

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем та екології**

**Кафедра водопостачання та водовідведення**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

водопостачання та водовідведення

Віктор ХОРУЖИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Проектування системи водовідведення населеного пункту, що  
розташований у Львівській області

Галузь знань:

19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма:

«Водопостачання та водовідведення»

IV курс, група ВВ-21

Здобувач:

Михайляк А.В.

Керівник

Хоружий В.П.

Рецензент

\_\_\_\_\_  
( підпис)

\_\_\_\_\_  
( підпис)

\_\_\_\_\_  
( підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: водопостачання та водовідведення

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Водопостачання та водовідведення»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Віктор ХОРУЖИЙ, д.т.н., проф.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я  
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
Здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувачка

Михайляк Анна Володимирівна

Тема кваліфікаційної роботи: Проектування системи водовідведення населеного пункту, що розташований у Львівській області

Керівник роботи: Хоружий Віктор Петрович, доктор технічних наук, професор

затверджені наказом КНУБА №424/24/25 від “24” березня 2025 року

1. Термін подання здобувачем роботи: 15 червня 2025 року.

Вихідні данні:

Щільність населення: I район - 280 чол/га, II район - 310 чол/га; норма водовідведення міста: I район – 270 л/доб, II район – 250 л/доб; кліматичні та ґрунтові показники прирівняні до міста: Львів; коефіцієнт  $\beta$ : I район –  $\beta=0,85$  II район –  $\beta=0,83$ ; кліматичний район населеного пункту: II Східний степ; підприємства: М'ясокомбінат, Хіммаш, Молокозавод;

2. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

- P.1. Водовідведення населеного пункту
- P.2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі
- P.3. Технологія будівельного виробництва
- P.4. Охорона навколишнього середовища
- P.5. Визначення собівартості 1 м<sup>3</sup> води

6. Графічний матеріал за розділами

- P.1. Генплан міста М1:10000, колектор дощової мережі, колектор побутової мережі
- P.2. Профіль руху стічних вод, профіль руху сирого осаду, профіль руху активного мулу
- P.3. Генплан очисної станції М 1:1000, експлікація споруд, умовні позначення
- P.4. Схеми розбивки будівлі на захватки та рух кранів під час монтажу балок, стінових панелей, колон та лотків
- P.5. Типовий план поверху будинку М 1:100, план горища М 1:100, план підвалу М 1:100, аксонометрична схема К1 і К2 М 1:100

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1	25.05.2025
Розділ 2	30.05.2025
Розділ 3	05.05.2025
Розділ 4	07.05.2025
Розділ 5	10.06.2025
Остаточне оформлення роботи	15.06.2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	16.06.2025
Попередній захист роботи на кафедрі	-
Направлення роботи на рецензування	19.06.2025

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	ПІБ та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1			
Розділ 2			
Розділ 3			
Розділ 4			
Розділ 5			

9. Дата видачі завдання 1 травня 2025 року.

Керівник

\_\_\_\_\_ Хоружий В.П. \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( власне ім'я та прізвище )

Здобувач

\_\_\_\_\_ Михайляк А.В. \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( власне ім'я та прізвище )

<b>РЕЗЮМЕ (SUMMARY)</b> до атестаційної випускної роботи здобувача:	(ПІБ здобувача українською та англійською) Михайляк Анна Володимирівна Mukhailiak Anna		
ЗВО	Київський національний університет будівництва і архітектури		
Тема (українською та англійською)	Проектування системи водовідведення населеного пункту, що розташований у Львівській області		
Освітній ступінь	бакалавр		
Факультет	інженерних систем та екології		
Випускова кафедра	водопостачання та водовідведення		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Водопостачання та водовідведення		
Керівник	Хоружий Віктор Петрович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	122	5	5
Розділ 1	Водовідведення населеного пункту		
Розділ 2	Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі		
Розділ 3	Технологія будівельного виробництва		
Розділ 4	Охорона навколишнього середовища		
Розділ 5	Визначення собівартості 1 м <sup>3</sup> води		
Висновки по роботі:	В даній роботі була виконана розробка очисної споруди, насосної станції, розраховано водовідведення води, прокладені мережі трубопроводів. Визначена собівартість води		
Ключові слова: Keywords:	Система водовідведення, очисна станція, технологія будівництва, собівартість води		

Керівник

\_\_\_\_\_

( підпис )

Віктор ХОРУЖИЙ

( власне ім'я та прізвище )

Здобувач

\_\_\_\_\_

( підпис )

Анна МИХАЙЛЯК

( власне ім'я та прізвище )

“ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Водовідведення населеного пункту.....	7
Розділ 1.1. Визначення добового водовідведення населеного пункту.....	8
Розділ 1.2. Мережі водовідведення .....	18
Розділ 1.3. Очисні споруди водовідведення .....	25
Розділ 1.4. Насосна станція.....	51
Розділ 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі .....	58
Розділ 3. Технологія будівельного виробництва .....	75
Розділ 4. Охорона навколишнього середовища.....	106
Розділ 5. Визначення собівартості 1 м <sup>3</sup> води.....	109
Висновки.....	119
Використана література.....	112

## ВСТУП

Водовідведення є важливою складовою інженерної інфраструктури будь-якого населеного пункту. Воно забезпечує своєчасне відведення стічних вод, що сприяє захисту довкілля, здоров'я населення та збереженню будівель та доріг.

У представленій бакалаврській роботі розглянуто проєкт системи водовідведення міста, з наявністю трьох працюючих підприємств. Виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів для відводу використаних вод на очистку. Для очищення стічної води запроєктовано міські очисні споруди. Розроблено проєкт санітарно-технічного обладнання. Запроєктовано гаряче та холодне водопостачання, систему побутової та дощової каналізації окремого будинку. Здійснено розрахунки цих інженерних систем. Також у роботі розглянуто технологію та організацію будівництва.

При виконанні роботи було використано нормативну та навчальну літературу, з урахуванням типових інженерних рішень.

***Розділ 1.***  
***Водовідведення населеного пункту***

**Консультант** / \_\_\_\_\_ /

**Здобувачка** / \_\_\_\_\_ /

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b>	Лист
							6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 1.1. Визначення добового водовідведення населеного пункту

Об'єм стічних вод водовідведення складається з витрат населення та промислових підприємств.

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення необхідно попередньо визначити розрахункову кількість населення міста за формулою:

$$N = \sum F_i * n * \beta,$$

де  $F_i$  - площа житлових кварталів міста в га, з однаковою щільністю населення за генпланом міста;

$n$  - щільність населення житлових кварталів, відповідної площі (число жителів на 1 га селищної території), чол. /га;

$\beta$  - коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

$$N_1 = \sum F_1 * n_1 * \beta_1 = 128,7 * 280 * 0,85 = 30630 \text{ чол.}$$

$$N_2 = \sum F_2 * n_2 * \beta_2 = 86,07 * 310 * 0,83 = 22145 \text{ чол.}$$

де  $N_1$  - перший район;

$N_2$  - 2 район.

Для визначення сумарної площі житлових кварталів міста використаємо данні таблиці 1, яка крім площ кварталів, включає також модулі стоку і середні секундні витрати від кожного кварталу.

Попередньо нумерують житлові квартали міста і визначають модуль стоку для кожного кварталу за формулою:

$$q_0 = ((n * q) / 86400) * \beta,$$

$$q_{01} = ((n_1 * q_1) / 86400) * \beta_1 = ((280 * 270) / 86400) * 0,85 = 0,744$$

$$q_{02} = ((n_2 * q_2) / 86400) * \beta_2 = ((310 * 250) / 86400) * 0,83 = 0,745$$

## Середнє водовідведення від кожного жилого кварталу

Таблиця 1.1

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталу	Площа кварталів, f, га	Модуль стоку, q <sub>0</sub> , л/(с*га)	Середня секундна витрата, q <sub>mids</sub> , л/с
I	1	240x230	5,52	0,744	4,11
	2	240x230	5,52		4,11
	3	240x230	5,52		4,11
	4	240x230	5,52		4,11
	5	240x230	5,52		4,11
	6	240x230	5,52		4,11
	7	240x230	5,52		4,11
	8	240x230	5,52		4,11
	9	100x230	2,3		1,71
	10	100x230	2,3		1,71
	11	100x230	2,3		1,71
	12	100x230	2,3		1,71
	13	240x230	5,52		4,11
	14	240x230	5,52		4,11
	15	240x230	5,52		4,11
	16	240x230	5,52		4,11
	17	240x230	5,52		4,11
	18	240x230	5,52		4,11
	19	240x230	5,52		4,11
	20	240x230	5,52		4,11
	21	100x230	2,3		1,71
	22	100x230	2,3		1,71
	23	100x230	2,3		1,71
	24	100x230	2,3		1,71
	25	100x230	2,3		1,71
	26	240x230	5,52		4,11
	27	240x230	5,52		4,11
	28	240x230	5,52		4,11
	29	240x130	3,12		2,32
$\sum f_1 =$			128,7	$\sum q_{mids1} =$	95,75
II	30	240x230	5,52	0,745	4,11
	31	240x230	5,52		4,11
	32	240x230	5,52		4,11
	33	240x130	3,12		2,32
	34	100x230	2,3		1,71
	35	100x230	2,3		1,71
	36	100x230	2,3		1,71

Таблиця 1.1(продовження)

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталу	Площа кварталів, f, га	Модуль стоку, qo, л/(с*га)	Середня секундна витрата, qmids, л/с
II	37	100x230	2,3	0,745	1,71
	38	100x130	1,3		0,97
	39	240x230	5,52		4,11
	40	240x230	5,52		4,11
	41	240x230	5,52		4,11
	42	240x230	5,52		4,11
	43	240x230	5,52		4,11
	44	240x230	5,52		4,11
	45	200x230	4,6		3,43
	46	200x230	4,6		3,43
	47	200x230	4,6		3,43
	48	130x230	2,99		2,23
	49	130x230	2,99		2,23
	50	130x230	2,99		2,23
$\Sigma f_2 =$			86,07	$\Sigma q_{mids} =$	64,12
$\Sigma f =$			214,77	$\Sigma q_{mids} =$	159,87

Середня добова витрата побутових стічних вод, м<sup>3</sup>/доб, визначається за формулою:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000}$$

$$Q_d^w = \frac{270 \cdot 30630}{1000} = 8270,1 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_d^w = \frac{250 \cdot 22145}{1000} = 5536,25 \text{ м}^3/\text{доб}$$

де  $q$  – норма водовідведення, літрів з чоловіка на добу;

$N$  - розрахункова кількість населення, чоловік.

Середня година витрата побутових стічних, м<sup>3</sup>/ч, визначається за формулою:

$$q_{mid h}^w = \frac{Q_d^w}{24}$$

Для 1 району:  $q_{mid h1}^w = 8270,01/24 = 344,58 \text{ м}^3/\text{год.}$   
Для 2 району:  $q_{mid h2}^w = 5536,25/24 = 230,68 \text{ м}^3/\text{год.}$

Середня секундна витрата побутових стічних вод, л/с, визначається за формулою:

$$q_{mid s}^w = \frac{q_{mid h}^w 1000}{3600} = \frac{q_{mid h}^w}{3,6}$$

Для 1 району:  $q_{mid s1}^w = 344,58 / 3,6 = 95,72$  л/с.

Для 2 району:  $q_{mid s2}^w = 230,68 / 3,6 = 64,08$  л/с.

Максимальна година витрата побутових стічних вод, м<sup>3</sup>/ч, визначається за формулою:

$$q_{max h}^w = K_{gen.max} * q_{mid h}^w$$

Для 1 району:  $q_{max h1}^w = 1,61 * 344,58 = 554,77$  м<sup>3</sup>/год.

Для 2 району:  $q_{max h2}^w = 1,65 * 230,68 = 380,62$  м<sup>3</sup>/год.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод визначається л/с, за формулою:

$$q_{max s}^w = K_{gen.max} * q_{mid s}^w$$

Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Для 1 району:  $q_{max s1}^w = 1,61 * 95,72 = 154,11$  л/с.

Для 2 району:  $q_{max s2}^w = 1,65 * 64,08 = 105,73$  л/с.

Отримані дані розрахункових витрат побутових стічних вод від населення міста занесено до таблиці 1.2.

### Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

Таблиця 1.2.

№ району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення, q, л/доб на 1 чол.	Добова витрата $Q_d^w$ , м <sup>3</sup> /доб	Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen.max}$	Годинні витрати, м <sup>3</sup> /год		Секундні витрати, л/с	
					Серед. $q_{mid h}^w$	Макс. $q_{max h}^w$	Серед. $q_{mid s}^w$	Макс. $q_{max s}^w$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30630	280	8270,1	1,61	344,58	554,77	95,72	154,11
2	22145	310	5536,2	1,65	230,68	380,62	64,08	105,73
Всього	56089	-	14630,01	-	609,59	992,15	169,33	275,6

## Витрати стічних вод від промислових об'єктів

Витрата стічних вод від промислового підприємства складається з суми виробничих (технологічних), побутових та душових стічних вод.

Добова витрата стічних вод промислових підприємств:

$$Q_d^{p.p.} = Q_d^p + Q_d, \text{ м}^3/\text{доб},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } Q_{d1}^p = 170 * 12 = 2040 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

$$\text{Підприємство 2(9): } Q_{d2}^p = 150 * 2,5 = 375 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

$$\text{Підприємство 3(2): } Q_{d3}^p = 100 * 2 = 200 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Середня годинна витрата

$$q_{mid h}^{p.p.} = q_{mid h}^p + q_{mid h}, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } Q_{змін1}^p = \frac{2040}{3} = 680 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

$$\text{Підприємство 2(9): } Q_{змін2}^p = \frac{375}{3} = 125 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

$$\text{Підприємство 3(2): } Q_{змін3}^p = \frac{200}{3} = 66,67 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Середня секундна витрата

$$q_{mid s}^{p.p.} = q_{mid s}^p + q_{mid s}, \text{ л/с},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } q_{mid h1}^p = \frac{2040}{24} = 85 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$\text{Підприємство 2(9): } q_{mid h2}^p = \frac{375}{16} = 15,625 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$\text{Підприємство 3(2): } q_{mid h3}^p = \frac{200}{24} = 8,34 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Максимальна годинна витрата

$$q_{max h}^{p.p.} = q_{max h}^p + q_{max h}, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } q_{max h1}^p = 1,35 * 85 = 114,75 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$\text{Підприємство 2(9): } q_{max h2}^p = 1,4 * 15,625 = 21,875 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$\text{Підприємство 3(2): } q_{max h3}^p = 1,35 * 8,34 = 11,259 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Максимальна секундна витрата

$$q_{max s}^{p.p.} = q_{max s}^p + q_{max s}, \text{ л/с}.$$

$$\text{Підприємство 1(4): } q_{max s1}^p = \frac{114,75}{3,6} = 31,875 \text{ л/с}.$$

$$\text{Підприємство 2(9): } q_{\max s2}^p = \frac{21,875}{3,6} = 6,076 \text{ л/с.}$$

$$\text{Підприємство 3(2): } q_{\max s3}^p = \frac{11,259}{3,6} = 3,13 \text{ л/с.}$$

Отримані дані заносимо до таблиці 1.3.

### Витрати побутових стічних вод

Розрахункові витрати побутових стічних вод промислових підприємств визначають, виходячи з норм водовідведення побутових стічних вод.

Норми водовідведення побутових стічних вод приймають для холодних цехів – 25 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 3, а для цехів з значним тепловиділенням – 45 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 2,5.

Добові витрати побутових стічних вод

$$Q_d = \frac{25N'_x + 45N'_Г}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}$$

$$\text{Підприємство 1(4): } Q_{d1} = (25 * 280 + 45 * 120)/1000 = 12,4 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

$$\text{Підприємство 2(9): } Q_{d2} = (25 * 560 + 45 * 140)/1000 = 19,4 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

$$\text{Підприємство 2(2): } Q_{d3} = (25 * 280 + 45 * 120)/1000 = 12,4 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

де  $N'_Г$  - загальна кількість робітників в цехах з значним тепловиділенням у цілому по підприємству протягом доби, тобто в гарячих цехах

$$N'_Г = (N_{\text{доб}} \nabla_{Г})/100;$$

$N_{\text{доб}}$  - кількість робітників, що працюють на підприємстві протягом доби;

$\nabla_{Г}$  - % працюючих людей в гарячих цехах;

$N'_x$  - спільна кількість робітників, що працюють в холодних цехах (тобто в холодних цехах  $N'_x = N_{\text{доб}} - N'_Г$ );

Розрахункові витрати за зміну визначають по максимальній зміні з максимальним числом робітників:

$$Q_{\text{змін}} = \frac{45N_{Г} + 25N_x}{1000}, \frac{\text{м}^3}{\text{змін.}}$$

$$\text{Підприємство 1(4): } Q_{\text{змін1}} = (45 * 60 + 25 * 140)/1000 = 6,2 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Підприємство 2(9):  $Q_{\text{змін}2} = (45 \cdot 30 + 25 \cdot 70)/1000 = 3,1 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

Підприємство 3(2):  $Q_{\text{змін}3} = (45 \cdot 80 + 25 \cdot 320)/1000 = 11,6 \text{ м}^3/\text{добу}$ .

$$N_{\Gamma 4} = (200 \cdot 30)/100 = 60$$

$$N_{\Gamma 9} = (100 \cdot 30)/100 = 30$$

$$N_{\Gamma 2} = (400 \cdot 20)/100 = 80$$

$$N_{x 4} = 200 - 60 = 140$$

$$N_{x 9} = 100 - 30 = 70$$

$$N_{x 2} = 400 - 80 = 320$$

Середня годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{mid } h} = \frac{Q_{\text{змін}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

Підприємство 1(4):  $q_{\text{mid } h1} = 6,2/8 = 0,775 \text{ м}^3/\text{зміну}$ .

Підприємство 2(9):  $q_{\text{mid } h2} = 3,1/8 = 0,39 \text{ м}^3/\text{зміну}$ .

Підприємство 3(2):  $q_{\text{mid } h3} = 11,6/8 = 1,45 \text{ м}^3/\text{зміну}$ .

де  $T$  – кількість годин роботи підприємства в зміну.

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{max } h} = \frac{1}{T} \left( \frac{45 \cdot N_{\Gamma} \cdot 2,5 + 25 \cdot N_x \cdot 3}{1000} \right), \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

Підприємство 1(4):  $q_{\text{max } h1} = \frac{1}{8} * \left( \frac{45 \cdot 60 \cdot 2,5 + 25 \cdot 140 \cdot 3}{1000} \right) = 2,156 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Підприємство 2(9):  $q_{\text{max } h2} = \frac{1}{8} * \left( \frac{45 \cdot 30 \cdot 2,5 + 25 \cdot 70 \cdot 3}{1000} \right) = 1,078 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Підприємство 2(2):  $q_{\text{max } h3} = \frac{1}{8} * \left( \frac{45 \cdot 80 \cdot 2,5 + 25 \cdot 320 \cdot 3}{1000} \right) = 4,125 \text{ м}^3/\text{год}$ .

де  $N_{\Gamma}$  і  $N_x$  - кількість робітників працюючих в гарячих і холодних цехах в максимальну зміну.

Середня секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{\text{mid } s} = \frac{q_{\text{mid } h}}{3,6}, \text{ л/с}.$$

Підприємство 1(4):  $q_{\text{mid } s1} = 1,09/3,6 = 0,30 \text{ л/с}$ .

Підприємство 2(9):  $q_{\text{mid } s2} = 0,36/3,6 = 0,1 \text{ л/с}$ .

Підприємство 3(2):  $q_{\text{mid } s3} = 1,55/3,6 = 0,43 \text{ л/с}$ .

де  $q_{mid h}$  - середня годинна витрата побутових стічних вод.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод

$$q_{max s} = q_{mid s} = \frac{q_{max h}}{3,6}, \text{ л/с.}$$

Підприємство 1(4):  $q_{max s1} = 0,775/3,6 = 0,215 \text{ л/с.}$

Підприємство 2(9):  $q_{max s2} = 0,39/3,6 = 0,108 \text{ л/с.}$

Підприємство 3(2):  $q_{max s3} = 1,45/3,6 = 0,403 \text{ л/с.}$

де  $q_{max h}$  - максимальна годинна витрата побутових стічних вод.

### Витрати стічних вод від душових

Розрахункові витрати душових стічних вод визначають за нормами витрат води на одну душову сітку. Часову витрату на одну душову сітку слід приймати рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хвилин після закінчення зміни. Кількість душових сіток належить приймати залежно від кількості працюючих у максимальну зміну та кількості чоловік які обслуговуються однією душовою сіткою.

$$\text{Кількість душових сіток: } n_c = \frac{N}{n_0},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } n_{c1} = 200/10 = 20$$

$$\text{Підприємство 2(9): } n_{c2} = 300/10 = 30$$

$$\text{Підприємство 3(2): } n_{c3} = 150/10 = 15$$

де  $N$  – кількість робітників працюючих у максимальну зміну;

$n_0$  – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, належить приймати у залежності від категорії підприємств (5 – 15 чоловік).

Годинні витрату стічних вод від душових

$$q_{max h}^d = \frac{0,5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{ м}^3/\text{год.},$$

$$\text{Підприємство 1(4): } q_{max h1}^d = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 45}{60} = 7,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$\text{Підприємство 2(9): } q_{max h2}^d = \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 45}{60} = 11,25 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$\text{Підприємство 3(2): } q_{max h3}^d = \frac{0,5 \cdot 15 \cdot 45}{60} = 5,625 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Секундні витрати стічних вод від душових

$$q_{\max s}^d = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 * 2700}, \text{ л/с.}$$

Підприємство 1(4):  $q_{\max s1}^d = \frac{500*20*45}{16200} = 27,7 \text{ л/с.}$

Підприємство 2(9):  $q_{\max s2}^d = \frac{500*30*45}{16200} = 41,67 \text{ л/с.}$

Підприємство 3(2):  $q_{\max s3}^d = \frac{500*15*45}{16200} = 20,83 \text{ л/с.}$

Добові витрату стічних вод від душових

$$Q_d^d = q_{\text{mid } h}^d * n, \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Підприємство 1(4):  $Q_{d1}^d = 0,775 * 3 = 2,325 \text{ м}^3/\text{год.}$

Підприємство 2(9):  $Q_{d2}^d = 0,39 * 3 = 1,17 \text{ м}^3/\text{год.}$

Підприємство 3(2):  $Q_{d3}^d = 1,45 * 3 = 4,35 \text{ м}^3/\text{год}$

де n – кількість змін роботи підприємства за добу (за завданням)

Результати розрахунків витрат стічних вод від промислових підприємств заносять до таблиці 1.3.

## Розрахунок сумарних витрат стічних вод промислових підприємств

Таблиця 1.3.

№№ п/п	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутових та душевих						Сумарні					
		Добові, м <sup>3</sup>	У максимальну зміну, м <sup>3</sup>	Годинні, м <sup>3</sup>		Секундні, л		Добові, м <sup>3</sup>	У максимальну зміну, м <sup>3</sup>	Годинні, м <sup>3</sup>		Секундні, л		Добові, м <sup>3</sup>	У максимальну зміну, м <sup>3</sup>	Годинні, м <sup>3</sup>		Секундні, л	
				Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	М'ясокомбінат	2040	680	85	114,75	23,62	31,875	12,4	6,2	0,775	2,156	0,3	0,215	2052,4	686,2	85,775	116,906	23,92	32,09
2	Хіммаш	375	125	15,625	21,875	4,34	6,076	19,4	3,1	0,39	1,078	0,1	0,108	394,4	128,1	16,015	22,953	4,44	6,184
3	Молокозавод	200	66,67	8,34	11,259	2,32	3,13	12,4	11,6	1,45	4,125	0,43	0,403	212,4	79,07	9,79	15,384	2,75	3,533
	Разом	2615	871,67	108,965	147,884	30,28	41,081	44,2	20,9	2,615	7,359	0,83	0,726	2659,2	893,37	111,58	155,243	31,11	41,807

## Розрахунок кількості стічних вод міста

Таблиця № 1.4.

№	Вид Водовідведення	Добова витрата, м <sup>3</sup> /доб	Витрати			
			Годинні, м /год		Секундні, л/с	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	Від населення міста	14630,01	609,59	992,15	169,33	275,6
2	Від промислових підприємств	2052,4	85,775	116,906	23,92	32,09
		394,4	16,015	22,953	4,44	6,184
		79,07	48,22	9,79	15,384	2,75
	Разом	17155,88	759,6	1141,799	213,074	316,624

### 1.2. Мережі водовідведення

#### Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста для кожної розрахункової ділянки головного або окремого прилеглого колектору побутової мережі –  $q_{mid s}$  визначають як суму 3х витрат:

$$q_{mid s} = q_n + q_{тр} + q_б, \text{ л/с.}$$

де  $q_n$  – прилегла, яка надходить до розрахункової ділянки від кварталу житлової забудови, розташованого вздовж цієї ділянки;

$q_{тр}$  – транзитна, яка надходить від розташованих вище кварталів дорівнює середній секундній витраті побутових стічних вод попередньої ділянки;

$q_б$  – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

При визначенні розрахункових витрат для ділянок мережі розрахункового колектора необхідно також враховувати величину зосередженої витрати  $q_{зос}$ , яка надходить до розрахункових ділянок від промислових підприємств, районних насосних станцій та інших великих споживачів.

$$q_{cit} = q_{max s} + \sum q_{зос}, \text{ л/с,}$$

де  $\sum q_{\text{зос}}$  - сума зосереджених витрат промислових підприємств та насосних станцій, л/с.

Розрахунки по визначенню витрат побутових стічних вод на ділянках мережі ведуть в табличній формі

Таблиця 1.5.

Головний колектор побутової мережі								
1-2	4,11			4,11	2,57	10,55468		10,555
2-3			4,11	4,11	2,57	10,55468		10,555
3-4		4,11	4,11	8,21	2,24	18,39882		18,399
4-5		4,11	8,21	12,32	2,05	25,25731		25,257
5-6	4,11	4,11	12,32	20,53	1,9	39,01536		39,015
6-7	1,71	12,32	20,53	34,57	1,8	62,21923		62,219
7-8	4,11	5,13	34,57	43,81	1,74	76,22369		76,224
8-9	4,11	12,32	43,81	60,23	1,68	101,1935		101,194
9-10		12,32	60,23	72,55	1,65	119,7156		119,716
10-11	0,97		72,55	73,52	1,65	121,3114		121,311
11-12	2,32	6,84	73,52	82,69	1,63	134,7817		134,782
12-13	2,32	12,32	82,69	97,33	1,61	156,7065		156,706
13-14	0,97	12,34	97,33	110,64	1,6	177,0222	32,09	209,112
14-15		6,85	110,64	117,49	1,6	187,9886	32,09	220,079
15-16	4,11	8,22	117,49	129,83	1,59	206,426	41,807	248,233
16-17	3,43	12,33	129,83	145,59	1,59	231,4844	41,807	273,291
17-18	2,23	6,86	145,59	154,68	1,59	245,9375	41,807	287,745
18-НС		4,46	154,68	159,14	1,59	253,0289	41,807	294,836
Прилеглий колектор побутової мережі 19-6								
19-20	4,11			4,11	2,57	10,5627		10,5627
20-21			4,11	4,11	2,57	10,5627		10,5627
21-22		4,11	4,11	8,22	2,24	18,4128		18,4128
22-6		4,11	8,22	12,33	1,94	23,9202		23,9202

За визначеними витратами на розрахункових ділянках визначаємо діаметр, уклон, швидкість, наповнення. Гідравлічний розрахунок зводимо до таблиці 1.6.

Початкову глибину закладання колекторів побутової мережі визначаємо залежно від глибини закладання дворової або внутрішньої квартальної мережі.

Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів побутової водовідвідної мережі

Таблиця 1.6.

№ ділянок	Довжина l, м	Розрахункова виграта q сїт, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння Гпр×l, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби	
				Землі Із	Труби Гтр					Поверхні Землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби			
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
<b>Головний колектор побутової мережі</b>																			
1-2	240	10,55	200	0,0013	0,0070	0,44	0,09	0,77	1,68	134,8	134,5	133,21	131,53	133,12	131,44	133,32	131,64	1,68	3,06
2-3	290	10,55	200	0,0072	0,0070	0,44	0,09	0,77	2,03	134,5	132,4	131,53	129,50	131,44	129,41	131,64	129,61	3,06	2,99
3-4	290	18,40	250	0,0097	0,0060	0,48	0,12	0,79	1,74	132,4	129,6	129,50	127,76	129,38	127,64	129,61	127,89	3,02	1,96
4-5	295	25,26	250	0,0064	0,0045	0,60	0,15	0,82	1,33	129,6	127,7	127,76	126,43	127,61	126,28	127,89	126,53	1,99	1,42
5-6	290	39,02	300	0,0034	0,0035	0,63	0,19	0,83	1,02	127,7	126,7	126,43	125,42	126,24	125,23	126,53	125,53	1,46	1,47
6-7	165	62,22	350	0,0012	0,0030	0,70	0,24	0,87	0,50	126,7	126,5	125,42	124,92	125,17	124,68	125,53	125,03	1,53	1,82
7-8	300	76,22	400	0,0003	0,0030	0,62	0,25	0,924	0,90	126,5	126,4	124,92	124,02	124,67	123,77	125,03	124,17	1,83	2,63
8-9	270	101,19	500	0,0000	0,0025	0,54	0,27	0,93	0,68	126,4	126,4	124,02	123,35	123,75	123,07	124,17	123,57	2,65	3,33
9-10	200	119,72	500	0,0045	0,0025	0,54	0,27	0,93	0,50	126,4	125,5	123,35	122,85	123,07	122,57	123,57	123,07	3,33	2,93
10-11	170	121,31	500	0,0000	0,0025	0,61	0,31	0,98	0,43	125,5	125,5	122,85	122,42	122,54	122,11	123,07	122,61	2,96	3,39
11-12	300	134,78	500	0,0003	0,0025	0,66	0,33	0,99	0,75	125,5	125,4	122,42	121,67	122,09	121,34	122,61	121,84	3,41	4,06
12-13	300	156,71	600	0,0007	0,0020	0,64	0,38	1,00	0,60	125,4	125,2	121,67	121,07	121,29	120,69	121,84	121,29	4,11	4,51
13-14	170	209,11	600	0,0006	0,0019	0,70	0,42	1,00	0,32	125,2	125,1	121,07	120,75	120,65	120,33	121,29	120,93	4,55	4,77
14-15	300	220,08	600	0,0007	0,0019	0,76	0,45	1,01	0,57	125,1	124,9	120,75	120,18	120,29	119,72	120,93	120,32	4,81	5,18
15-16	490	248,23	800	0,0010	0,0018	0,49	0,39	1,04	0,88	124,9	124,4	120,18	119,30	119,79	118,91	120,32	119,71	5,11	5,49
16-17	260	273,29	800	0,0004	0,0017	0,52	0,42	1,04	0,44	124,4	124,3	119,30	118,85	118,88	118,44	119,71	119,24	5,52	5,86
17-18	220	287,74	800	0,0009	0,0017	0,54	0,43	1,05	0,37	124,3	124,1	118,85	118,48	118,42	118,05	119,24	118,85	5,88	6,05
18-НС	185	294,84	800	0,0005	0,0017	0,55	0,44	1,06	0,31	124,1	124,0	118,48	118,16	118,04	117,73	118,85	118,53	6,06	6,27
<b>Прилеглий колектор побутової мережі 19-6</b>																			
19-20	230	10,56	200,00	0,0013	0,0070	0,44	0,09	0,77	1,61	134,5	134,2	132,89	131,28	132,80	131,19	133,00	131,39	1,70	3,01
20-21	290	10,56	200,00	0,0069	0,0035	0,44	0,09	0,77	1,02	134,2	132,2	131,28	130,26	131,19	130,18	131,39	130,38	3,01	2,02
21-22	290	18,41	300,00	0,0100	0,0035	0,48	0,14	0,79	1,02	132,2	129,3	130,26	129,25	130,12	129,10	130,38	129,40	2,08	0,20
22-6	295	23,92	250,00	0,0088	0,0045	0,60	0,15	0,82	1,33	129,3	126,7	129,25	127,92	129,10	127,77	129,40	128,02	0,20	0,09

## Проектування дощової мережі

Проектування та розрахунок дощової мережі

При проектуванні водостоків належить керуватися рекомендаціями:

1. Трасування водостоків виконується з урахуванням рельєфу місцевості. Водостоки бажано укласти приблизно паралельно до уклону поверхні землі, особливо коли є ґрунтові води й пливуні.
2. При трасуванні необхідно намагатися, щоб водостоки проектувалися по найкоротших напрямках до найближчих водойм.
3. Бажано водостоки укласти паралельно вуличним колекторам побутової мережі, щоб запобігти перехрещень побутових колекторів з водостоками.

Розрахунок дощової мережі полягає в визначенні розрахункових витрат на ділянках та підбір діаметрів, ухилів труб та швидкості течії води в водостоках при повному наповненні. Труби на ділянках з'єднують по шелягах труб (при повному наповненні труб.)

Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків

Розрахункові витрати дощових вод слід визначати за методом граничних інтенсивностей:

$$q_r = \frac{z_{mid} * A^{1.2} * F}{t_r^{1.2n-0.1}} * \eta * m$$

де  $F$  – розрахункова площа стоку, га;

$z_{mid}$  – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку, визначають відповідно з ДБН

Таблиця 1.7.

№	Вид поверхні	Доля від загальної площі міста	$Z_{mid}$	Окреме значення
1	Криши, асфальт	0,35	0,28	0,098
2	Брущатка	0	0,224	0
3	Булижна мостова	0,1	0,145	0,0145
4	Щебенеve покриття	0,05	0,125	0,00625
5	Гравійні доріжки	0,09	0,09	0,0081
6	Ґрунтові поверхні	0,13	0,064	0,00832
7	Газони	0,18	0,038	0,00684
	Разом			0,14201

$A, \eta$  – параметри, які визначаються відповідно з ДБН:

$$A = q_{20} * 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\eta$$

$q_{20}$  – інтенсивність дощу л/с на 1 га, тривалістю 20 хв, 94,2;

$n$  – показник ступеню, 0,7;

$m_r$  – середня кількість дощів за рік, 122;

$P$  – період однократного перевищення розразункової інтенсивності дощу, 0,98;

$\eta$  – показник ступеню, 1,54.

$t_r$  – розрахункова тривалість руху дощових вод по поверхні та трубах до розрахункового перерізу водостоку (хв):

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p$$

Для розрахунків можна умовно прийняти, що  $(t_{con} + t_{can}) = 11$  хв (час поверхневої концентрації  $t_{con} = 10$  хв, а час пробігання по вуличному стоку  $t_{can} = 1$  хв,

$$t_p = 0,017 * \frac{l_p}{v_n}$$

де  $l_p$  – довжина розрахункових ділянок колектора;

$v_n$  — швидкість руху води на цих ділянках.

Таким чином, формула для знаходження розрахункових витрат буде мати вигляд:

$$q_{cal} = \beta * q_r$$

Результати розрахунків занесено в таблицю 1.8.

## Гідралічний розрахунок колекторів дощової мережі

Таблиця 1.8.

N ділянок	Довжина l, м	Площа стоку F, га	Vп, м/с	tp,	tr	Zmid	B	n	qcal	Ухили		d, мм	h/d	h, м	Vтаб	%	Падіння Iтр×l, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби	
										Iз	Iтр							Поверхні Землі		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
																		На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
<b>Головний колектор дощової мережі</b>																									
1-2	290	10,56	0,772	6,39	14,28667	1,142	0,65	1	122,4	0,005	0,007	200	0,6	0,0878	1,607	52,0	2,03	134,8	134,5	133,12	131,44	133,32	131,64	1,6	1,9
2-3	290	10,56	0,772	6,39	14,52143				244,8	0,005	0,00724	200		0,0878	1,805	57,2	2,03	134,5	132,4	131,44	129,41	131,64	129,4978	1,9	1,6
3-4	340	18,41	0,788	7,34	15,44615				374,4	0,005	0,00966	300		0,1443	2,243	64,9	1,74	132,4	129,6	129,38	127,64	129,4978	127,78185	1,6	1,5
4-5	340	25,26	0,821	7,04	15,44615				471,6	0,005	0,00644	250		0,1508	2,394	65,7	1,33	129,6	127,7	127,61	126,28	127,78185	126,43035	1,5	1,4
5-6	200	39,01	0,833	4,08	15,10833				558,9	0,005	0,00345	300		0,1896	1,659	99,2	1,02	127,7	126,7	126,24	125,23	126,43035	125,4153	1,4	1,4
6-7	340	62,22	0,869	6,65	16,25455				558,9	0,005	0,00121	350		0,2436	1,778	51,1	0,495	126,7	126,5	125,17	124,68	125,4153	124,9203	1,4	1,4
7-8	165	76,22	0,924	3,04	13,55				532,1	0,005	0,00033	400		0,2496	1,773	47,9	0,9	126,5	126,4	124,67	123,77	124,9203	124,0203	1,4	1,3
8-випуск	370																								
<b>Прилеглий колектор дощової мережі</b>																									
1'-2'	300	10,56	0,772	6,61	17,61	0,14	0,65	1	0	0,0047	0,007	200	1	0,0878	1,607	52,0	2,1	135,3	133,8	133,7	131,6	131,6	131,8	1,6	1,9
2'-3'	300	10,56	0,772	6,61	17,61				0	0,0047	0,00724	200		0,0878	1,805	57,2	2,1	133,8	131,9	131,9	129,8	129,8	130	1,9	1,6
3'-4'	340	18,41	0,788	7,34	18,34				0	0,0035	0,00966	300		0,1443	2,24	64,8	2,11	131,9	129,2	130,3	128,19	128,19	128,49	1,6	1,5
4'-5'	340	25,26	0,821	7,04	18,04				0	0,0032	0,00644	250		0,1508	2,394	65,7	2,19	129,2	126,5	127,7	125,51	125,51	125,76	1,5	1,4
5'-8	185	39,01	0,833	3,78	14,78				0	0,0059	0,00345	300		0,1896	1,66	99,3	1,02	126,5	126,7	125,1	124,08	124,08	124,38	1,4	1,4

### 1.3. Очисні споруди водовідведення

Всі очисні споруди системи водовідведення територіально розміщуються на одному технологічному майданчику, який розташований на відстані 2 км від міста. Всі нормативні вимоги по санітарних розривах витримані. На майданчику відсутній вихід ґрунтових вод. Майданчик огорожений і відповідно охороняється. Зпроектвані всі необхідні зручні під'їзди технічного автотранспорту.

В даному проєкті передбачена повна біологічна очистка стічних вод. Дані очисні споруди складаються з споруд механічної очистки (включають решітки-дробарки, пісковловлювачі, первинні відстійники), споруд біологічної очистки (аеротенки, вторинні відстійники), споруд знезараження води (хлораторна, змішувачі, контактні резервуари), споруди обробки осаду (мулозгущувач, метантенки, газгольдери, фільтр-преси, мулові майданчики).

Визначення добових витрат з населеного пункту:

$$Q_{\text{заг}} \left( \text{м}^3 / \text{добу} \right) = Q_I + Q_{II} + Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_{\text{заг}} = 63000 + 40000 + 5300 + 7200 + 4200 = 119700 \left( \text{м}^3 / \text{добу} \right)$$

*Концентрація забруднень суміші госп-побутових і виробничих*

*стічних вод, що надходять на очисні спорудження:*

- по завислих речовинах, мг/дм<sup>3</sup>:

$$C_{\text{заг}} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_{N1} C_{N1} + Q_{N2} C_{N2} + Q_{N3} C_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{63000 \cdot 260 + 40000 \cdot 361,12 + 5300 \cdot 450 + 7200 \cdot 335 + 4200 \cdot 275}{63000 + 40000 + 5300 + 7200 + 4200} = 307,24 \text{ мг/дм}^3$$

$$C_{\text{ен}} = \frac{Q_d^w \cdot C_p^w + \sum (Q_{di}^p \cdot C_{pi}^p)}{Q_d^w + \sum Q_{di}^p} \cdot K_C$$

$$C_{\text{ен}} = 307,24 \cdot 1,1 = 337,964 \text{ мг/дм}^3$$

- по БСК<sub>повн</sub>, мг/дм<sup>3</sup>:

$$L_{\text{заг}} = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + Q_{N1} L_{N1} + Q_{N2} L_{N2} + Q_{N3} L_{N3}}{Q_1 + Q_2 + Q_{N1} + Q_{N2} + Q_{N3}} =$$

$$L_{\text{заг}} = \frac{63000 \cdot 300 + 40000 \cdot 416,67 + 5300 \cdot 410 + 7200 \cdot 195 + 4200 \cdot 330}{63000 + 40000 + 5300 + 7200 + 4200} = 338,6$$

$$L_{en} = 338,6 \cdot 1,05 = 355,53 \text{ мг/дм}^3$$

де  $Q_d^w$  – добова витрата гос-побутових стічних вод від населення міста, м<sup>3</sup>/добу;

$Q_{di}^P$  – добові витрати стічних вод від промислових підприємств, м<sup>3</sup>/добу;

$C_{pi}^P$  – концентрація зварених речовин у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

$L_{pi}^P$  – концентрація забруднень по БСК<sub>повн</sub> у стічних водах промислових підприємств, мг/л;

$K_C$  – 1,08 ÷ 1,10 – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднень по зважених речовинах за рахунок надходження мулової води після обробки осаду;

$K_L$  – 1,02 ÷ 1,05 – коефіцієнт, що враховує збільшення концентрації забруднень по БСК<sub>повн</sub> за рахунок надходження мулової води після обробки осаду.

Освітлених стічних вод:

$$L_{\text{осв}} = L_{en} \cdot \frac{40}{75} = 355,53 \cdot \frac{40}{75} = 189,6 \text{ мг/дм}^3$$

Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

Основними показниками забруднень міських стічних вод є концентрація завислих речовин і БСК<sub>повн</sub>.

а) Необхідний ступінь очищення стічних вод по завислих речовинах, %:

$$\Theta = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} \cdot 100$$

$$\Theta = \frac{337,964 - 15}{337,964} \cdot 100 = 95,56$$

$$\Xi_{\text{відст}} = \frac{337,964 - 150}{337,964} \cdot 100 = 55,62$$

де  $C_{\text{ex}}$ - концентрація зважених речовин у стічних водах, що допускати, до спуска у водойму, 15 мг/дм<sup>3</sup>

б) Необхідний ступінь очищення за БСК<sub>повн</sub>:

$$\Xi_{\text{БСК}} = \frac{L_{\text{еп}} - L_{\text{ex}}}{L_{\text{еп}}} \cdot 100 = \frac{355,53 - 15}{355,53} * 100 = 95,78$$

де  $L_{\text{ex}}$ - концентрація органічних забруднень по БПК<sub>повн</sub> у стічній воді, припустимої до скидання у водойму, 15 мг/дм<sup>3</sup>

$$\Xi_{\text{БСК}_{\text{осв}}} = \frac{L_{\text{осв}} - L_{\text{ex}}}{L_{\text{осв}}} \cdot 100$$

$$\Xi_{\text{БСК}_{\text{осв}}} = \frac{189,616 - 15}{189,616} \cdot 100 = 92,09$$

*Приймаємо повне біологічне очищення стічних вод.*

Розрахунок споруд механічного очищення стічних вод.

#### Грати

Розрахунок ґрат складається з визначення розмірів ґрат і

камери ґрат, вґрат напору в ґрат і кількості затримуваних забруднень.

Вибір типу ґрат:

Приймаються механізовані решітки з прозорами 16 мм.

Максимальні витрати, що надходять на ґрати:

$$q_{\text{max}} \left( \text{м}^3 / \text{с} \right) = \frac{\sum q_{\text{max}} \left( \text{м}^3 / \text{год} \right)}{3600 \left( \text{с} / \text{год} \right)} = \frac{7178,55}{3600} = 1,99 \left( \text{м}^3 / \text{сек} \right)$$

$\sum q_{\text{max}}$ - максимальні годинні витрати стічних вод, що надходять на ОС.

Діапазон розрахункової витрати на 1 ґрати при n робочих агрегатах:

$$q_{(2)} \left( \text{м}^3 / \text{с} \right) = \frac{1,99}{2} = 0,995 ;$$

Діапазони витрат  $q'$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) орієнтовано відповідають швидкості руху води в прозорах ґрат від 0,8 до 1,0 м/с.

Приймаємо тип ґрат: МГ-8Т;

Загальна корисна площа прозорів:

$$F_{\text{заг}} = H_{\text{max}} \cdot b_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 1,76 = 2,64(\text{м}^2)$$

Швидкість руху води в прозорах :

$$V_{\text{пр}} = \frac{q' (\text{м}^3/\text{с})}{F_{\text{заг}} (\text{м}^2)} = \frac{1,99}{2,63} = 0,76(\text{м}/\text{с})$$

Розрахуються втрати напору на ґратах за формулою:

$$h_{\text{гр}} = \xi \cdot \frac{V_{\text{пр}}^2}{2 \cdot g} \cdot P = 0,63 \cdot \frac{0,76^2}{2 \cdot 9,82} \cdot 3 = 0,055 (\text{м})$$

де  $\xi$  - коефіцієнт місцевого опору для круглих стержнів:

$$\xi = \beta 1 83 \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin\alpha = 1,83 \cdot \left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \sin 60 = 0,63$$

де:  $b$  - коефіцієнт, що залежить від форми поперечного перерізу стержнів ґрат (для прямокутних стержнів

$P$  - коефіцієнт, що враховує забрудненість поверхні ґрат під час експлуатації: 3;

Таким чином, для забезпечення розрахункової швидкості руху стічних вод у каналі перед решіткою і в прозорах решітки необхідно понизити дно каналу за решіткою на величину  $(h_{\text{вр}}) = (h_{\text{заг}})$

$$h_{\text{заг}} = 3 \cdot h_{\text{гр}} = 3 \cdot 0,055 = 0,165$$

**Добова кількість покидьків, затримуваних на решітках:**

Кількість відходів, що буде затримуватися на решітках розраховують за приведеною кількістю жителів: (норматив ДБН – 8 дм<sup>3</sup>/чол.-рік)

За рік:

$$W_{\text{відх}}^{\text{рік}} = \frac{8 \cdot N_{\text{priv}}^{\text{зв}}}{1000} = \frac{8 \cdot 565792}{1000} = 4526,34$$

За добу:

$$W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = \frac{W_{\text{відх}}^{\text{рік}}}{365} = \frac{4526,34}{365} = 12,4$$

$N_{\text{priv}}^{\text{зв}}$  - приведена кількість жителів за завислими речовинами.

При щільності відходів  $\rho = 0,750$  т/м<sup>3</sup> їх добова кількість, вологість 80% становить:

$$G_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} \cdot W_{\text{відх}}^{\text{доб}} = 0,75 \cdot 12,4 = 9,3 \text{ (т/доб)}$$

#### Піскоуловлювачі

Піскоуловлювачі необхідно передбачати для виділення зі стічних вод важких мінеральних домішок при продуктивності очисних споруджень понад 100 м<sup>3</sup>/добу . Прймаємо аеровані горизонтальні пісковловлювачі з повздовжнім рухом рідини, оскільки продуктивність станції понад 20 тис. м<sup>3</sup>/доб.

Визначення конструктивних розмірів піскоуловлювачів

Для розрахунків приймаємо:

$$B/H = 1,5 \quad v_s = 0,08 \text{ м/с} \quad K_s = 2,08 \quad H_s = 0,7 - 3,5$$

При розрахунку горизонтальних й азрованих піскоуловлювачів варто визначати їхню довжину за формулою:

$$L_s = \frac{1000 \cdot K_s \cdot H_s \cdot v_s}{u_0}$$
$$L_s = \frac{1000 \cdot 2,08 \cdot 2,8 \cdot 0,08}{18,7} = 24,92 \text{ м}$$

Приймаємо 18 м.

Приймаємо  $L_s=18$ м. Число відділень –  $n=3$ .

Площа дзеркала води піскоуловлювачів:

$$F_s = \frac{1994,02}{18,7} = 106,63 \text{ м}^3$$

де  $q_{\max.s}$  – максимальний секундний приплив стічних вод на ОС,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$u_0$  – гідравлічна крупність затримуваних часток,  $\text{мм}/\text{с}$ .

Загальна ширина піскоуловлювачів при максимальному припливі стічних вод:

$$B_s = \frac{F_s}{L_s} = \frac{106,63}{18} = 5,92$$

Розрахункова ширина одного відділення піскоуловлювача, м:

$$b_s = \frac{5,92}{3} = 1,97$$

Тривалість протікання при максимальному припливі, с:

$$t_{\text{ПР}} = \frac{L_s \cdot B_s \cdot H_s}{q_{\max.s}} = \frac{18 \cdot 5,92 \cdot 2,8}{1,99} = 149,94$$

Після вибору фактичної кількості відділень ( $n'$ ) визначаємо фактичну швидкість руху води, яка повинна знаходитись в межах 0,08...0,12 м/с :

$$v_{\text{факт}}(\text{м}/\text{с}) = \frac{Q_{\max}(\text{м}^3/\text{ГОД})}{n' \cdot b(\text{м}) \cdot h(\text{м}) \cdot 3600(\text{с}/\text{ГОД})}$$

$$v_{\text{факт}} = \frac{7178,55}{3' \cdot 3 \cdot 2,1 \cdot 3600} = 0,11 \text{ м}/\text{с}$$

Витрата повітря, що подається в аеровані піскоуловлювачі,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$q_{\text{air}} = F_s \cdot I = 106,63 \cdot 4 = 426,52$$

де  $F_s$  – розрахункова площа дзеркала води,  $\text{м}^2$ ;

$I$  – інтенсивність аерації

## Піскові майданчики

Для підсушування піску, що надходить із піскоуловлювачів, необхідно запроєктувати піскові майданчики - 2, або 4-прямокутні карти розмірами  $B \times L$ , де  $B$  – ширина карти;  $L$  – довжина карти за типорозмірами.

Об'єм піску, затримуваного піскоуловлювачами:

$$W_s = \frac{0,03 \cdot 565792}{1000} = 16,97 \text{ (м}^3\text{/доб)}$$

Необхідна площа при навантаженні  $3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$  і умови періодичного вивозу піску буде:

$$F_s = \frac{W_s \cdot 365}{3} = \frac{16,97 \cdot 365}{3} = 2064,68 \text{ (м}^2\text{)}$$

площа 1 карти при 4 картах:

$$\frac{F_s}{4} = 516,17 \text{ (м}^2\text{)}$$

приймаємо:  $B=20\text{м}$   $L=\text{м}$

## Первинні відстійники

Оскільки витрати стічних вод більше  $20 \text{ тис м}^3/\text{доб}$ , то приймаємо радіальні первинні відстійники. Кількість відстійників приймаємо: первинних - не менш двох, вторинних - не менш трьох за умови, що всі робочі.

1. *Необхідний ефект посвітління:*

$$\xi = \frac{C_{en} - C_{cdp}}{C_{en}} \cdot 100 \%$$

де  $C_{en}$  – концентрація суміші стічних вод по зважених речовинах, що надходять у первинні відстійники,  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ;

$C_{cdp}$  – концентрація завислих речовин у проясненій воді, що надходить в аеротенки  $\text{мг}/\text{дм}^3$ . Концентрація завислих речовин у прояснених стічних водах, що подаються в аеротенки або на біологічні фільтри на повне очищення, не повинна перевищувати  $100\text{-}150 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . У іншому випадку необхідно передбачати спорудження для інтенсифікації роботи первинних відстійників.

В схемі з аерованими пісковловлювачами  $C_{en1}$  дорівнює  $92\text{...}93\%$  від  $C_{заг.}$ :

$$C_{en1} = 0,93 \cdot 307,24 = 285,73$$

$$\vartheta = \frac{285,73 - 150}{285,73} \cdot 100 \% = 47,5\%$$

Використання передаєрації не потрібне.

2. Розрахункове значення гідравлічної крупності  $U_0$  необхідно визначати за формулою:

$$U_0 = \frac{1\,000 H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left( \frac{H_{set} \cdot K_{set}}{h_1} \right)^{n_2}} = \frac{1\,000 \cdot 3,1 \cdot 0,45}{619,3 \left( \frac{3,1 \cdot 0,45}{0,5} \right)^{0,25}} = 1,74$$

де  $H_{set}$  – глибина проточної частини відстійника (табл. 3), м;

$K_{set}$  – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника

$t_{set}$  – тривалість відстоювання, що відповідає заданому ефекту очищення й отримана в лабораторному циліндрі в шарі

3. Продуктивність одного відстійника  $q_{set}$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ), варто визначати за формулою:

$$q_{set} = 2,8 K_{set} (D_{set}^2 - d_{en}^2) (u_0 - v_{tb})$$

$$q_{set} = 2,8 \cdot 0,45 (30^2 - 1,8^2) \cdot 1,74 = 1966,06 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

$K_{set}$  – коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника

$D_{set}$  – діаметр відстійника, м;

$d_{en}$  – діаметр впускного пристрою, м;

$u_0$  – значення гідравлічної крупності

$v_{tb}$  – турбулентна складова, мм/с, приймається по таблиці, залежно від швидкості потоку у відстійнику  $V_w$ , мм/с.

4. Після встановлення продуктивності одного відстійника  $q_{set}$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ , встановлюємо необхідну кількість відстійників:

$$n = q_{\text{max.h}} / q_{set} = 7178,55 / 1257,21 = 1,56 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

5. Перевіряємо фактичну швидкість:

$$V_{\phi} = \frac{q_{max.h}}{3,6\pi \cdot R_{set} \cdot H_{set} \cdot n} = \frac{7178,55}{3,6 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 3,1 \cdot 1,56} = 8,75 \text{ мм/с}$$

$R_{set}$  – радіус відстійника.  $R_{set} = D_{set} / 2$

У випадку різних значень швидкостей  $V_{\phi}$  й  $V_w$  необхідно уточнити величини  $L_{set}$ ,  $B_{set}$  і  $R_{set}$

## Аеротенки

1. *Ступінь рециркуляції активного мулу  $R_i$* , в аеротенках визначають за формулою:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} = \frac{2,5}{\frac{1000}{10} - 2,5} = 0,333$$

де  $a_i$ , – доза мулу в аеротенку, г/дм<sup>3</sup>; для аеротенка-витиснювача з регенераторами приймають  $a_i = 2,5$  г/дм<sup>3</sup> у діапазоні БСК<sub>повн</sub> – 150 - 300 мг/дм<sup>3</sup>;

$J_i$ , – муловий індекс, см<sup>3</sup>/г; приймають орієнтовно для міських стічних вод 70-100 см<sup>3</sup>/г.

2. *Тривалість перебування стічних вод у самому аеротенку:*

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_i}} = \text{I}g \frac{L_{en}^i}{L_{ex}} = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \text{I}g \frac{189,6}{15} = 1,74 \text{ (год)}$$

де  $L_{en}^i$  – БСК<sub>повн</sub> вихідної стічної води з урахуванням зниження БСК<sub>повн</sub> при первинному відстоюванні, мг/дм<sup>3</sup>. Ефективність зниження БСК<sub>повн</sub> при відстоюванні без інтенсифікації приймають 10+20%.  $L_{en}^i = L_{ocv}$

$L_{ex}$  – БСК<sub>повн</sub> очищеної стічної води, мг/дм<sup>3</sup>, приймають із розрахунку необхідного ступеня очищення (при повному біологічному очищенні приймають  $L_{ex} = 15-20$  мг/дм<sup>3</sup>).

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку повинна бути не менш 2 годин. А якщо менше, приймаємо 2 год.

*Приймаємо 2 години.*

3. *Доза мулу в регенераторі:*

$$a_r = a_i \left( \frac{1}{R_i} + 1 \right) = 2,5 \left( \frac{1}{0,227} + 1 \right) = 13,51 \text{ (гр/дм}^3\text{)}$$

4. При проектуванні аеротенків змішувачів і витиснювачів з регенераторами *питома швидкість окислювання* визначається при дозі мулу  $a_r$ .

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{ex} C_0}{L_{ex} C_0 + K_L C_0 + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \phi \cdot a_r}$$

$$\rho = 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 13,51} = 12,44 \text{ (мг/Г·год)}$$

де  $\rho_{\max}$  – максимальна швидкість окислювання, мг/(Г·год). Для міських стічних вод

$C_0$  – концентрація розчиненого кисню, мг/дм<sup>3</sup>:  $C_0 = 2$  мг/дм<sup>3</sup>;

$K_L$  – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин:

$K_L = 33$  мг БСКповн/дм<sup>3</sup>;

$K_0$  – константа, що характеризує вплив кисню:  $K_0 = 0,625$  мг/дм<sup>3</sup>;

$\phi$  – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, дм<sup>3</sup>/Г

5. *Тривалість окислювання органічних забруднюючих речовин:*

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - s) \rho}$$

де  $S$  – зольність мулу. Приймається  $S = 0,3$ .

$$t_0 = \frac{189,6 - 15}{0,2227 \cdot 13,51 (1 - 0,3) 12,44} = 6,66 \text{ (год)}$$

6. *Тривалість регенерації:*

$$t_r = t_0 - t_{at} = 6,66 - 2 = 4,66$$

7. Для визначення навантаження на мул визначається *час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор:*

$$t = (1 + R_i) \cdot t_{at} + R_i t_r$$

$$t = (1 + 0,227) \cdot 2 + 0,227 \cdot 4,66 = 3,51 \text{ (год)}$$

8. Середня доза мулу в системі:

$$a_{im} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{at} a_i + R_i t_r a_r}{t}$$
$$a_{im} = \frac{(1 + 0,227) \cdot 2 \cdot 2,5 + 0,227 \cdot 4,66 \cdot 13,51}{3,51} = 5,82 \text{ (год)}$$

9. Навантаження на мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{im}(1 - s) \cdot t}$$
$$q_i = \frac{24 \cdot (189,6 - 15)}{5,82(1 - 0,3) \cdot 3,51} = 293,04$$
$$J_i = 72,1 \text{ (см}^3/\text{Г)}$$

10. Об'єм аеротенка:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot q_{\max h}$$
$$W_{at} = 2 \cdot (1 + 0,227) \cdot 7178,55 = 17616,16$$

11. Місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i q_{\max h}$$
$$W_r = 4,66 \cdot 0,227 \cdot 7178,55 = 7593,614$$

12. Загальна місткість аеротенку:

$$W = W_{at} + W_r$$
$$W = 17616,16 + 7593,614 = 25\,209,77$$

13. Відсоток регенерації:

$$\frac{W_r}{W} \cdot 100\% = \frac{7593,614}{25209,77} \cdot 100\% = 30,12\%$$

Кількість коридорів аеротенка приймається відповідно до відсотка регенерації.

Якщо  $29 < \frac{W_r}{W} < 40$  - "трьохкоридорний аеротенк " ;

14. Площа аеротенка:

$$F = \frac{W}{H_{at}}$$

де,  $H_{at}$  – робоча глибина аеротенка, м. Приймається = 3-6 м

$$F = \frac{25209,77}{4,5} = 5602,17 \text{ м}$$

15. Довжина одного коридору аеротенка:

$$L = \frac{F}{B \cdot n \cdot m} \text{ м.}$$

$$L = \frac{5602,17}{9 \cdot 3 \cdot 2} = 103,74 \text{ м}$$

де,  $B$  – ширина коридору аеротенка, м.

Співвідношення  $B:H$  приймається від 1:1 до 2:1;

$n$  – число коридорів, шт.;

$m$  – число секцій, шт. ( $m > 2$  шт.).

16. Фактичний об'єм однієї секції:

$$W_{\phi} = B \cdot L \cdot H_{at} \cdot n \text{ ,м}^3$$

$$W_{\phi} = 9 \cdot 103,74 \cdot 4,5 \cdot 3 = 12604,41 \text{ м}^3$$

17. Фактичний час перебування стічної рідини, що обробляється в системі «аеротенк-регенератор» складає:

$$t_{\phi} = \frac{W_{\phi} \cdot m}{q_{max h}}$$

$$t_{\phi} = \frac{12604,41 \cdot 2}{7178,55} = 3,51 \text{ (год)}$$

Визначення витрати повітря

1. Питому витрату повітря,  $m^3/m^3$ , при очищенні стічних вод у аеротенку визначають за формулою:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 (C_a - C_0)}$$

де  $q_0$  – питома витрата кисню повітря в мг/мг знятої БСК<sub>повн</sub>, приймають при очищенні до БСК<sub>повн</sub> 15-20 мг/дм<sup>3</sup> -  $q_0=1,1$  мг/мг;

$K_1$  – коефіцієнт враховуючий тип аератора;

$K_2$  – коефіцієнт залежний від глибини занурення аератора ( $h_a$ ). При застосуванні фільтросних пластин глибину занурення аератора приймають:

$$h_a = H_{at} - 0,2 = 4,5 - 0,2 = 4,3$$

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, визначають за формулою:

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20) = 1 + 0,02(20 - 20) = 1$$

$T_w$  – середньомісячна температура стічних вод за літній період

$K_3$  – коефіцієнт якості води, прийнятий для міських стічних вод

$C_a$  – Розчинність кисню повітря у воді, мг/л, визначають за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T = \left(1 + \frac{4,3}{20,6}\right) 9,17 = 11,08$$

$h_a$  – глибина занурення аератора, м;

$C_T$  – розчинність кисню повітря у воді, мг/л, залежно від середньомісячної температури стічних вод за літній період ( $T_w$ ) і атмосферного тиску (табл. 16);

$C_0$  – середня концентрація кисню у аеротенку, мг/л:  $C_0 = 2$  мг/дм<sup>3</sup>.

$$q_{air} = \frac{1,1(189,6-15)}{1,68 \cdot 2,64 \cdot 1 \cdot 0,85(11,08-2)} = 5,61 (m^3/m^3)$$

2. Інтенсивність аерації,  $m^3/(m^2 \cdot год)$ , визначають за формулою:

$$J_a = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t_{at}} = \frac{5,61 \cdot 4,5}{2} = 12,62 \text{ (м}^3\text{/(м}^2 \cdot \text{год))}$$

де  $H_{at}$  – робоча глибина аеротенка, м;

$t_{at}$  – період аерації, год.

Годинна витрата повітря складе:

$$Q_{air} = q_{air} \cdot q_w^a = 5,61 \cdot 7178,55 = 40271,67 \text{ м}^3\text{/год,}$$

де  $q_w^a$  – годинна витрата стічної води  $q_{\max h}$ , м<sup>3</sup>/год.

4.Добова витрата повітря для аерації стічних вод в аеротенках буде:

$$Q_{\text{пов}} = 119700 \cdot 5,61 = 671517$$

*Визначення кількості аераторів.*

Фільтросні пластини. При застосуванні як аераторів фільтросних пластин, необхідна кількість пластин може бути визначена, виходячи з питомої витрати повітря 80-100 л/хв на стандартну пористу пластину розміром 30×30 см.

Загальне число пластин:  $n = \frac{Q_{air} \cdot 1\,000}{100 \cdot 60}$  шт.

$$n = \frac{40271,67 \cdot 1\,000}{100 \cdot 60} = 6712 \text{ шт.}$$

*Підбор повітродувок.*

Розрахунок повітродувок складається в підборі діаметрів, визначенні втрати напору в них і підборі повітродувок.

Повітроводи розраховують виходячи з найбільш економічно вигідної швидкості руху повітря: у розподільних і загальному повітроводах  $V = 10\text{-}20$  м/с; у повітропідводящих стояках  $V = 4\text{-}10$  м/с

Необхідний загальний напір при розподілі повітря фільтросами буде:

$$H = h_{\text{тр}} + h_{\text{м}} + h_{\text{ф}} + h_{\text{а}} \text{ м;}$$

де  $h_{\text{тр}}$  – втрати напору по довжині повітроводів від повітродувки до

найбільш вилученого стояка - 0,2-0,4 м;

$h_m$  – втрати напору на місцеві опори - 0,3-0,35 м;

$h_\phi$  – втрати напору у фільтросних пластинах - 0,5-0,8 м;

$h_a$  – глибина занурення аератора (від поверхні води до фільтросів), м.

$$H = 0,3 + 0,3 + 0,6 + 4,3 = 5,5 \text{ м};$$

Тиск, що розвиває повітродувка:

$$\rho = 0,1 + 0,01 \cdot h_a = 0,1 + 0,01 \cdot 4,3 = 4,41 \text{ МПа};$$

На потреби станції приймають додатково 10% від сумарної витрати повітря.

Розрахункова витрата повітря, м<sup>3</sup>/год:

$$Q_{air}^1 = 1,1 \cdot Q_{air} = 1,1 \cdot 40271,67 = 44\,298,84/2 = 22\,149,41$$

*Приймаємо: 3 трубоповітродувки марки -ТВ-300-1,6(та 1 резервну)*

### **Вторинні відстійники**

Вторинні відстійники призначені для розділення мулової суміші та ущільнення затриманого мулу, або для затримання біологічної плівки, що надходить зі стічною водою з біофільтрів.

1. *Гідравлічне навантаження для відстійників після аеротенків визначають за формулою:*

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_i \cdot a_i)^{0,5-0,01a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 71,1 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,62$$

де  $K_{ss}$  - коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для радіальних відстійників - 0,4

$H_{set}$  - глибина проточної частини відстійників, м

$J_i$  - муловий індекс, см<sup>3</sup>/г, приймаємо з розрахунку аеротенків по остаточному навантаженню на мул  $q_i$ ;

$a_i$  - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм<sup>3</sup>, приймаємо з розрахунку аеротенків  $a_i = 3$

$a_t$  - концентрація мулу в проясненій воді, ( $a_t = 10 - 15$  мг/дм<sup>3</sup>)

$H_{set}$  – глибина проточної частини відстійника, м, приймається для діаметра відстійника

2. Загальна площа дзеркала води для всіх типів вторинних відстійників після аеротенків дорівнює:

$$F_{ssa} = \frac{q_{maxh}}{q_{ssa}} = \frac{7178,55}{1,62} = 4\,431,20 \text{ , м}^2$$

де  $q_{max.h}$  - максимальна годинна витрата стічних вод.

3. Площа дзеркала води для одного відстійника складе:

$$f_{ssa} = \frac{F_{ss}}{n} = \frac{4431,2}{4} = 1107,8 \text{ м}^2$$

де  $n$  - число відстійників варто приймати не менш 3, за умови, що всі відстійники є робочими.

4. Для радіальних і вертикальних відстійників діаметр дорівнює:

$$D_{ssa} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1107,8}{3,14}} = 37,57 \text{ м}.$$

Приймаємо 4 відстійника діаметром 40

Вологість мулу з II відстійників: 99,2-99,5%.

### **Знезараження стічних вод**

Хлорне господарство очисних споруджень повинне забезпечувати можливість збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 рази без зміни місткості складів для реагентів.

1. Потрібну кількість активного хлору визначаємо по формулі (кг/год):

$$q_{Cl} = \frac{a \cdot q_{maxh}}{1000} \cdot 1,5 \text{ ,}$$

де  $a$  - розрахункова доза активного хлору, приймають після повного біологічного очищення –  $3 \text{ г/м}^3$

$$q_{cl} = \frac{3 \cdot 7178,55}{1000} \cdot 1,5 = 32,3 \text{ (кг/год)}$$

$q_{maxh}$  - максимальна часова витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

2. По  $q_{cl}$ ,  $\text{кг/ч}$ , підбирають хлоратори. При числі робочих хлораторів  $< 2$  передбачається 1 резервний, а при числі робочих хлораторів більше двох - 2 резервних.

*Підбираємо 1 хлоратор ЛК-12*

*Типовий проєкт: 901-7-15,85*

3. *Визначають кількість ємностей для зберігання хлору.*

Для зберігання хлору застосовуються балони  $W=40$  л при  $q_{cl} < 2 \text{ кг/год}$ , або контейнери  $W=800$  л.

На складі хлору повинен бути передбачений 30-ти добовий запас хлору, тому кількість ємностей визначається за формулою:

$$n = \frac{q_{cl} \cdot 24 \cdot 30}{W \cdot \gamma_{cl}}, \text{ шт}$$

$\gamma_{cl}$  - об'ємна вага хлору =  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

$$n = \frac{32,3 \cdot 24 \cdot 30}{0,8 \cdot 1400} = 21 \text{ шт}$$

#### **4. Змішувачі.**

Для змішання стічної води з хлором можуть бути застосовані змішувачі будь-якого типу, установлювані перед контактними резервуарами.

При добовій витраті стічних вод до  $1400 \text{ м}^3/\text{доб}$  застосовують йоржеві змішувачі, для більших витрат - змішувачі типу «лоток Паршалья».

Приймаємо змішувач:

Таблиця 1.9.

Пропускна здатність тис. м <sup>3</sup> /доб	Ширина, мм		Довжина, м		Втрати напору, м
	Горловини, b	Підводного лотка, В	Загальна змішувача, L <sub>заг</sub>	Лотка, L	
32-80	1000	900	13,97	6,6	0,26

### Контактні резервуари

Контактні резервуари проєктують як первинні відстійники без скребків (вертикальні й горизонтальні).

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари.

Таблиця 1.10

Типовий проєкт	Продуктивність, тис. м <sup>3</sup> /доб	Кіл-сть секцій	Ширина секції, м	Довжина секції, м	Робоча глибина, м
902-3-22	100	4	6	33	3,2

Ємність контактних резервуарів:

$$W_k = q_{maxh} \cdot T_k = 7178,55 \cdot 0,5 = 3\,589,28 \text{ м}^3$$

$T_k$  - тривалість контакту стічних вод з хлором, приймаємо 0,5 години.

Площа дзеркала води відстійника:

$$F_k = \frac{W_k}{n \cdot H} = \frac{3\,589,28}{4 \cdot 3,2} = 280,41 \text{ м}^2$$

де  $n$  - число контактних резервуарів;  $n \geq 2$  шт;

$H$  - глибина проточної частини відстійника, (робоча глибина) м.

Для горизонтальних відстійників, довжина секції:

$$L_k = \frac{F_k}{B_k} = \frac{280,41}{6} = 47 \text{ м}$$

Приймаємо горизонтальні контактні резервуари:

кількість секцій  $n = 4$ ; ширина  $B_k = 6$  м; робоча глибина  $h = 3,2$  м.

Визначається кількість стисненого повітря, яке подається в горизонтальні контактні резервуари при видаленні осаду по формулі:

$$Q_{air} = I_a^k \cdot F_k \cdot n = 0,5 \cdot 280,41 \cdot 4 = 560,82 \text{ м}^3/\text{год}$$

де  $I_a$ - інтенсивність барботажа приймають рівною  $0,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

Кількість осаду складе:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{0,5 \cdot 7178,55}{1000} = 3,59 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де  $q_0$  - кількість осаду, що випадає в контактних резервуарах, л/( $\text{м}^3 \cdot \text{доб}$ ), після повного біологічного очищення стічних вод приймається  $0,5 \text{ л}/(\text{м}^3 \cdot \text{доб})$  при вологості 98%.

Муловий приямок розраховують на дводобовий об'єм осаду.

### Споруди для обробки осадів стічних вод

У процесі обробки міських стічних вод на очисних станціях водовідведення утворюються осади наступних типів:

*1. великі покидьки, які затримані на решітках (розрахунок решіток):*

За рік:

$$W_{відх}^{рік} = \frac{8 \cdot N_{priv}^{зв}}{1000} = \frac{8 \cdot 565792}{1000} = 4526,34$$

За добу:

$$W_{відх}^{доб} = \frac{W_{відх}^{рік}}{365} = \frac{4526,34}{365} = 12,4$$

*2. пісок (і йому подібні важкі мінеральні домішки), що осідає в піскоуловлювачах:*

$$W_s = \frac{0,03 \cdot N_{priv}}{1000} = \frac{0,03 \cdot 565792}{1000} = 16,97, (\text{м}^3/\text{добу})$$

*3. сирий осад, затримуваний у первинних відстійниках:*

$$W_{mud} = Q_{mud} = \frac{Q(C_{en1} - 150)}{(100 - P_{mud})\gamma_{mud} \cdot 10^4} = \frac{119700(285,73 - 150)}{(100 - 95)1,06 \cdot 10^4} = 306,55$$

Кількість осаду по абсолютно сухій беззольній речовині за добу при гігроскопічній вологості 6% і зольності 27% буде:

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud})}{10^4}$$

$$M_{mud} = \frac{119700(285,73 - 150)}{10^6} = 16,25 \text{ т/доб}$$

$$M_{mud}^s = \frac{16,25 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 11,15 \text{ т/доб}$$

4. надлишковий активний мул або біологічна плівка, затримувані у вторинних відстійниках..

Кількість сирого осаду по сухій речовині:

$$M_{mud.a} = \frac{P_i \cdot Q_d}{10^6}$$

Де  $Q_d$  – добова витрата стічних вод, м<sup>3</sup>/добу,

$P_i$  - приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8 \cdot 150 + 0,3 \cdot 189,6 = 176,88 \text{ , г/м}^3\text{,}$$

$C_{cdp}$  - концентрація завислих речовин, що надходять в аеротенк, 150 мг/дм<sup>3</sup>

$L'_{en}$  - БСК<sub>повн</sub>, що надходить в аеротенк стічної води (з урахуванням зниження БСК при первинному відстоюванні),

$K_g$  - коефіцієнт приросту: 0,3

$$M_{mud.a} = \frac{176,88 \cdot 119700}{10^6} = 21,17 \text{ т/доб}$$

Об'єм мулу:

$$W_{mud.a} = \frac{21,17 \cdot 100}{(100 - 99,5) \cdot 1,03} = 4110,68$$

$P_{muda}$  - вологість надлишкового активного мулу приймається рівною = 99,5%

$\rho_{muda}$  - густина активного мулу - 1,03 т/м<sup>3</sup>.

Об'єм ущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$W_u = \frac{M_{mud.a} \cdot 100}{100 - P_{ex}} = \frac{21,17 \cdot 100}{100 - 97,3} = 784,07 \text{ м}^3$$

$P_{ex}$  - вологість мулу після ущільнення, 97,3 %.

Кількість надлишкового активного мулу по абсолютно сухій беззольній речовині буде:

$$M_{mud.a}^s = \frac{M_{mud.a} \cdot (100 - P_g) \cdot (100 - S_{mud.a})}{10^4} = \frac{21,17 \cdot (100 - 6) \cdot (100 - 27)}{10^4} = 14,53$$

Гігроскопічна вологість  $P_g = 5-6\%$ , і зольності  $S_{mid} = 25-27\%$

Кількість суміші по сухій речовині, визначається (сумма сирого осаду і активного мулу):

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud} = 16,25 + 21,17 = 37,42 \text{ т/добу}$$

а по абсолютно сухій беззольній речовині:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{a.mud}^s = 11,15 + 14,53 = 25,68 \text{ т/добу}$$

Об'єм осаду:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_u = 306,55 + 784,07 = 1\,090,62$$

Середня вологість суміші:

$$P_{mix} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}}{W_{tot}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{37,42}{1090,62}\right) = 96,57$$

Зольність суміші:

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{M_{tot}^s}{M_{mud} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100} + M_{a.mud} \cdot \frac{(100 - P_g)}{100}}\right)$$

$$S_{tot} = \left(1 - \frac{25,68}{16,25 \cdot \frac{(100 - 6)}{100} + 21,17 \cdot \frac{(100 - 6)}{100}}\right) = 136,97$$

5. Об'єм осаду, що утворюється у контактних резервуарах:

$$W_{oc} = \frac{q_0 \cdot Q_d}{1000} = \frac{0,5 \cdot 119700}{1000} = 59,85 \text{ м}^3/\text{добу},$$

Всі осади повинні бути піддані спеціальній обробці. Ціль обробки полягає в необхідності знезаражування і використання їх у народному господарстві як добриво.

Надлишковий активний мул перед подачею в метантенки піддається ущільненню в мулозгущувачі. Сирий осад з первинних відстійників і ущільнений надлишковий активний мул подають безпосередньо в метантенк. У результаті зброджування осадів у метантенках утворюється газ. Для акумулювання газу потрібно проектувати газгольдери.

### Ущільнення осадів

*Приймаємо радіальні мулозгущувачі.*

*Розрахунок мулозгущувачів виконують на максимальну годинну подачу активного мулу:*

$$Q_{mud.a} = \frac{P_{max} \cdot q_{max.h}}{C \cdot 10^3}$$

$q_{max.h}$  – максимальногодинна витрата стічних вод,

$C$  - концентрація надлишкового активного мулу, що ущільнюється - приймається рівною дозі мулу в регенераторі аеротенка  $a_r$  :

$P_{max}$  - максимальний приріст надлишкового активного мулу, г/м<sup>3</sup>:

$$P_{max} = K_M \cdot (P_i - a_t) = 1,2 \cdot (176,88 - 15) = 194,26$$

$K_m$  - коефіцієнт місячної нерівномірності приросту мулу, - 1,15+1,3;

$P_i$  - приріст активного мулу;

$a_i$  - концентрація активного мулу, що виноситься з вторинних відстійників у водойму  
– 10-15 мг/дм<sup>3</sup> (вторинні відстійники)

$$Q_{\text{муд.а}} = \frac{194,26 \cdot 7178,55}{13,51 \cdot 10^3} = 103,22$$

*Корисна площа поперечного перерізу радіального мулозгущувача:*

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{муд.а}}}{q_0} = \frac{103,22}{0,3} = 344,07$$

$q_0$  - розрахункове навантаження на площу дзеркала ущільнювача.

Приймається в залежності від концентрації активного мулу, що надходить на ущільнення :

- при  $C = 2 \div 3$  г/л -  $q_0 = 0,5$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) ;

- при  $C = 5 \div 8$  г/л -  $q_0 = 0,3$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч) .

*Діаметр одного мулоущільнювача визначаємо за формулою:*

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{пол}}}{\pi \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 344,07}{3,14 \cdot 2}} = 14,8$$

Приймаємо 2 радіальні мулоущільнювачі діаметрами 18

*Висота робочої зони мулоущільнювача за формулою:*

$$h = q_0 \cdot T_{\text{ущ}} = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ год}$$

$T_{\text{ущ}}$  - тривалість ущільнення

*Загальна висота мулоущільнювача:*

$$H = 3 + 0,7 + 0,3 = 4$$

$h_{зал}$  - висота зони залягання мулу, м. Приймається рівній 0,3 м при мулоскребі і 0,7 м при мулососі.

$h_b$  - висота від рівня води до борта споруди, приймаємо 0,3 м.

*б. Максимальний витрата рідини, що відділяється в процесі ущільнення за формулою:*

$$Q = Q_{mud.a} \cdot \frac{P_{mud.a} - P_{ex}}{100 - P_{ex}} = 103,22 \cdot \frac{99,5 - 97,3}{100 - 97,3} = 84,11$$

$P_{mud.a}$  - вологість мулу, що надходить (розрахунок об'єму мулу).

$P_{ex}$  - ущільненого мулу - 97,3 %.

*Об'єм мулової частини мулоущільнювачів:*

$$V = 103,22 \cdot \frac{100 - 99,5}{100 - 97,3} \cdot \frac{8}{2} = 76,46$$

$t_{mul}$  - тривалість перебування мулу в мулової частини при вивантаженні його 1 раз в зміну, приймаємо = 8 год.

### Метантенки

Метантенки застосовуються для анаеробного зброджування осадів міських стічних вод з метою стабілізації, ущільнення і отримання метаноутворюючого газу бродіння. При цьому враховується склад осадів, наявність речовин, що гальмують процесі зброджування і впливають на вихід газу.

Приймається термофільний режим зброджування, при якому повністю знищуються яйця гельмінтів, які знаходяться в осаді. Температура зброджування 53°С.

Необхідна місткість метантенків буде:

$$W_{mt} = \frac{W_{tot} \cdot 100}{D_{mt}} = \frac{1090,62 \cdot 100}{19} = 5740,11$$

де  $W_{tot}$  – об'єм осаду, що надходить в метантенк.

*Об'єм одного метантенка:*

$$W'_{mt} = \frac{5740,11}{2} = 2870,06$$

$n$  – кількість метантенків - має бути не менше двох (всі робочі).

Приймаємо 2 метантенки за типовим проектом ТП 902-5-17.86

Фактична доза завантаження:

$$D_{mtf} = \frac{W_{mt} \cdot D_{mt}}{W_{mtf} \cdot n} = \frac{2870,06 \cdot 19}{5000 \cdot 2} = 5,45$$

Максимально можливе зброджування беззольної речовини осаду, що завантажується визначається за формулою:

$$R_{lim} = (0,92 \cdot C_{fat} + 0,62 \cdot C_{gl} + 0,34 \cdot C_{prt}) \cdot 100$$

для суміші осаду з активним мулом - по середньоарифметичному співвідношенню компонентів, що змішуються по беззольній речовині:

$$R_{lim} = \frac{R_{lim} \cdot M_{mud}^S + R_{lim.mud.a} \cdot M_{mud.a}^S}{M_{tot}^S} = \frac{53 \cdot 11,15 + 44 \cdot 14,53}{25,68} = 47,90$$

Розпад беззольної речовини  $R_r$  осаду, що завантажується в залежності від дози завантаження визначається за формулою:

$$R_r = R_{lim} - K_r \cdot D_{mt} = 47,90 - 0,17 \cdot 5,45 = 46,97$$

$D_{mt}$  – фактична доза завантаження;

$K_r$  – коефіцієнт, що залежить від вологості осаду, який приймаємо по таблиці 25:

. Добова кількість газу, одержуваного при зброджуванні, визначається за формулою:

$$Q_r = \frac{R_r \cdot M_{tot}^S \cdot 1\,000}{100 \cdot \rho} = \frac{46,97 \cdot 25,68 \cdot 1\,000}{100 \cdot 1} = 12061,9$$

$\rho$  – густина газу = 1 кг/м<sup>3</sup>.

Вага осаду по сухій речовині після зброджування за формулою:

$$M_{SB} = 37,42 \cdot \left( 1 - \frac{\left( 1 - \frac{136,97}{100} \right)}{100} \right) = 37,56$$

$S_{tot}$  – зольність суміші.

Об'єм осаду в процесі зброджування практично не змінюється, тому об'єм зброженого осаду дорівнює об'єму осаду, що надходить в метантенки:

$$W_{SB} = W_{tot} = 1090,62$$

Вологість зброженого осаду за формулою:

$$P_{SB} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{SB}}{W_{SB}}\right) = 100 \cdot \left(1 - \frac{37,56}{1090,62}\right) = 96,56$$

### Газгольдери

1. Ємність газгольдерів визначаємо за формулою:

$$W_{rr} = \frac{Q_r \cdot \tau}{24}$$

$\tau$  – час виходу газу;  $\tau = 2 - 4$  год. (3,5 год).

$$W_{rr} = \frac{12061,9 \cdot 3,5}{24} = 1759,027$$

*Приймаємо за типовим проєктом ТП-707-2-6*

### Механічне зневоднення забродженого осаду

Механічне зневоднення осадів застосовується при недостатній площі або в разі необхідності подальшої утилізації осадів. Застосовуємо для зневоднення вакуум-фільтри.

Розрахунок барабанних вакуум-фільтрів

Необхідна площа фільтрації буде:

$$F_f = \frac{M_{tot}}{P_f \cdot n \cdot t} = \frac{37420}{20 \cdot 2 \cdot 8} = 116,94$$

$M_{tot}$  – загальна кількість осаду по сухій речовині, кг/доб ;

$t$  – тривалість зміни: 8 годин;

$n$  – кількість змін роботи фільтра: 2 зміни;

$P_f$  – продуктивність фільтра 17...22 кг/год·м<sup>2</sup>,

*Приймаємо 3 робочих та 1 резервний вакуум фільтри БОУ-40-3,4 з поверхнею фільтрування 40 м<sup>2</sup> кожен.*

#### Зневоднення осадів в природних умовах

Об'єм суміші сирого осаду і надлишкового активного мулу з фактичною вологістю  $P_{\text{mix}} - P_{\text{SB}}$  становить:  $W_{\text{tot}}=1090,62$

Таким чином, на аварійні мулові майданчики може надходити :

$$W_{\text{ав.мул}} = 0,2 \cdot W_{\text{tot}} = 0,2 \cdot 1090,62 = 218,12$$

Корисна площа мулових майданчиків м<sup>2</sup>, буде визначатись за формулою:

$$F = \frac{W_{\text{ав.мул}} \cdot 365}{h \cdot K} = \frac{218,12 \cdot 365}{1,5 \cdot 1} = 53075,86$$

Приймаючи площу однієї карти 600 м<sup>2</sup> = 20 × 30 м., кількість карт буде:

$$n = \frac{F}{600} = \frac{53075,86}{600} = 88,46 = 89$$

### 1.4.Насосна станція

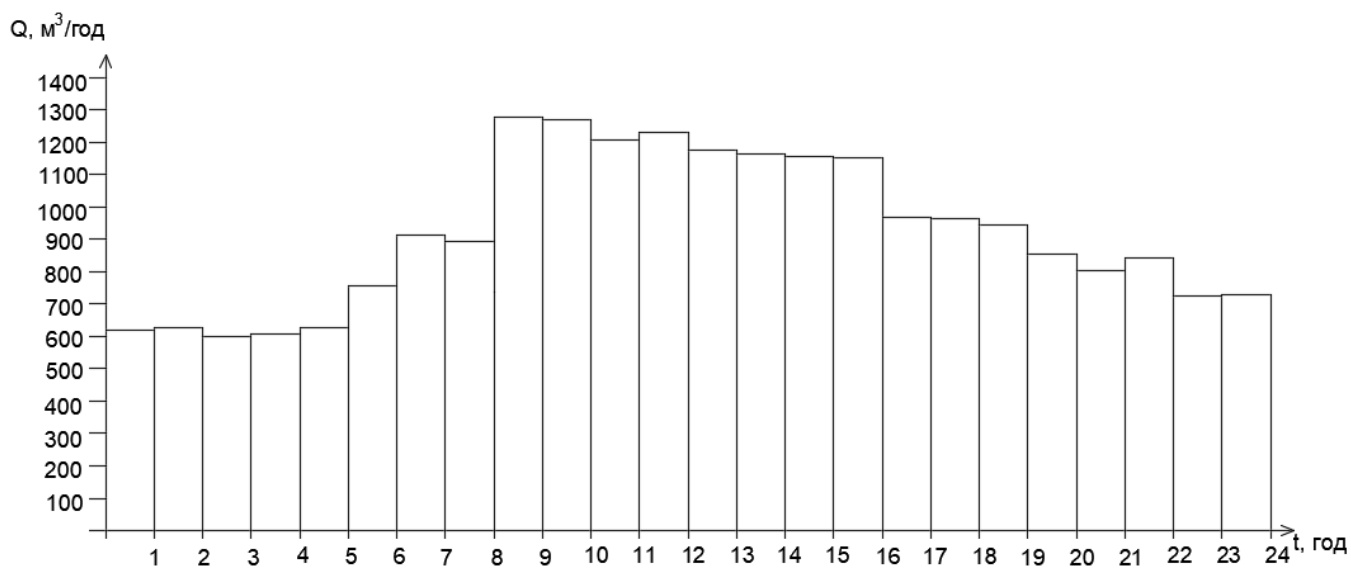
Категорія надійності – I

Будуємо графік погодинного водоспоживання, для чого розрахуємо ординати графіка.

## Погодинне водоспоживання

Табл. 1.11.

Години доби	Q год, м <sup>3</sup> /год	Q, л/с
0-1	619,65	172,13
1-2	628,65	174,62
2-3	600,14	166,7
3-4	605,84	168,29
4-5	626,21	173,95
5-6	756,18	210,05
6-7	913,48	253,74
7-8	894,76	248,55
8-9	1277,15	354,76
9-10	1270,22	352,84
10-11	1208,68	335,74
11-12	1230,3	341,75
12-13	1177,22	327



*Рис.1 Погодинний графік водоспоживання міста і подачі насосної станції*

### 1.3 Розрахунок максимальної подачі насосної станції

При без баштовій схемі розрахункова максимальна подача насосної станції дорівнює максимальній погодинній витраті:

$$Q_{н.с.} = q_{погод.маx} = 1277.15 \text{ м}^3/\text{год} = 354,76 \text{ л/с}$$

Витрату напірного водоводу  $Q_{н.в.}$ , визначаємо за формулою:

$$Q_{н.в.} = \frac{Q_{н.с.}}{n} = \frac{354.76}{2} = 177.38 \text{ л/с}$$

де  $n$  – кількість напірних водоводів,  $n=2$ .

По таблицях Шевелевих в залежності від  $Q_{н.в.}$ , приймаємо труби чавунні, діаметром  $d = 450$  мм визначаємо  $1000i$  та  $v$ :

$$1000i = 3.8 \text{ м/км};$$

$$v = 1.12 \text{ м/с.}$$

При роботі одного водовода при діаметрі труб  $d = 450$  мм:

$$1000i = 15.0 \text{ м/км};$$

$$v = 2.23 \text{ м/с.}$$

#### 1.4 Розрахунок необхідного напору насосної станції

Необхідний напір насосної станції для без баштової системи визначається сумою величин:

$$H_{н.с.} = H_{гео} + \Sigma h;$$

де  $H_{гео}$  – статичний напір;

$\Sigma h$  сума втрат, визначається за формулою:

$$\Sigma h = h_{у.в.} + h_{н.с.} + h_{вдв} + h_{н.в.} + h_m$$

Де  $h_{у.в.}$  – втрати у всмоктуючих водоводах, у першому наближенні приймаємо 0.5 м;

$h_{н.с.}$  – втрати насосної станції, у першому наближенні приймаємо 2.0 м;

$h_{вдв}$  – втрати на водомірі, у першому наближенні приймаємо 1 м;

$h_{н.в.}$  – втрати напору в напірному водоводі;

$h_m$  – втрати в мережі при подачі максимальної витрати 25.37 м.

Визначення втрати напору в напірному водоводі за формулою:

$$h_{н.в.} = (1.05 \dots 1.1) * 1000i * L_{н.в.}$$

де  $1000i$  – втрати напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа = 3.8;

$L_{н.в.}$  – довжина напірного водоводу = 2 км.

$$h_{н.в.2д.} = 1.1 * 3.8 * 2 = 8.36 \text{ м}$$

$$\Sigma h_{2д} = 0.5 + 2.0 + 1 + 8.36 + 25.37 = 37.23 \text{ м};$$

Значення статичного напору визначається за формулою

$$H_{\text{geo}} = Z_{\text{дм}} - Z_{\text{нс}} + H_{\text{Г}}$$

де  $Z_{\text{дм}}$  – відмітка землі в диктуючій точці,  $Z_{\text{дм}} = 74$  м;

$H_{\text{Г}}$  – гарантований напір,  $H_{\text{Г}} = 30$  м

$Z_{\text{нс}}$  – відмітка землі у насосної станції,  $Z_{\text{нс}} = 88$  м.

$$H_{\text{geo}} = 74 - 88 + 30 = 16 \text{ м};$$

Необхідний напір:

$$H_{\text{н.с.2д.}} = 16 + 37.23 = 53.23 \text{ м};$$

При роботі одного водовода:

$$h_{\text{н.в.д.}} = 1.1 * 15 * 2 = 33 \text{ м}$$

$$\Sigma h_{\text{д}} = 0.5 + 2.0 + 1 + 33 + 25.37 = 61,87 \text{ м};$$

$$H_{\text{н.с.д.}} = 16 + 33 = 77,87 \text{ м};$$

При роботі двох водоводів, одна перемичка. Аварія.

$$h_{\text{н.в.2да}} = (h_{\text{н.в.2д}} + h_{\text{н.в.д}}) / 2$$

$$h_{\text{н.в.2да}} = (8.36 + 33) / 2 = 20.68 \text{ м}$$

$$\Sigma h_{\text{д}} = 0.5 + 2.0 + 1 + 20.68 + 25.37 = 49.55 \text{ м};$$

$$H_{\text{н.с.д.}} = 16 + 49.55 = 65.55 \text{ м};$$

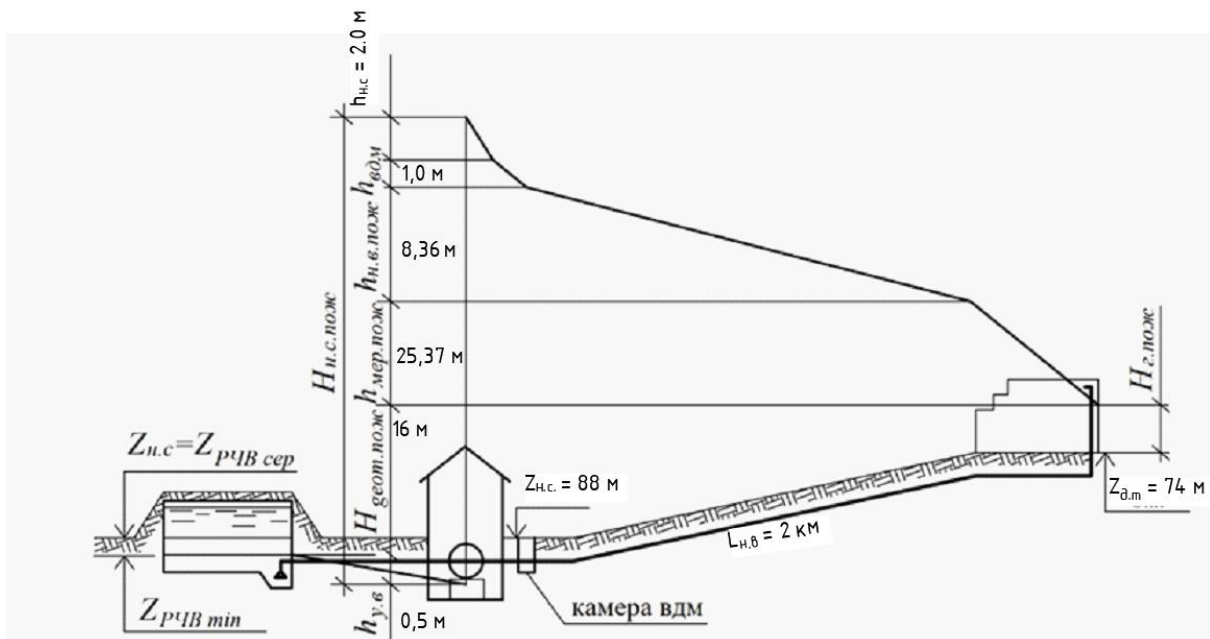


Рис. 2 Висотна схема

Розрахунок характеристик напірних трубопроводів

Таблиця 1.12.

№ п.п	Напори	Витрати, м <sup>3</sup> /год				
		0	421,46	638,575	1277,15	1404,87
		Відношення Q/Q <sub>н.с.</sub>				
		0	0,33	0,5	1	1,1
<b>Два водовода (2d)</b>						
1	H <sub>geo</sub>	16	16	16	16	16
2	h <sub>у.в.</sub>	0	0,05	0,13	0,5	0,61
3	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2	2,42
4	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1	1,21
5	h <sub>н.в.</sub>	0	0,84	2,09	8,36	10,12
6	h <sub>м</sub>	0	2,54	6,34	25,37	30,7
7	H <sub>2d</sub>	16	19,72	25,31	53,23	61,05
<b>Один водовод (d)</b>						
8	H <sub>geo</sub>	16	16	16	16	16
9	h <sub>у.в.</sub>	0	0,05	0,13	0,5	0,61
10	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2	2,42
11	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1	1,21
12	h <sub>н.в.</sub>	0	3,3	8,25	33	39,93
13	h <sub>м</sub>	0	2,54	6,34	25,37	30,7
14	H <sub>d</sub>	16	22,19	31,47	77,87	90,86
<b>Два водовода. Одна перемичка. Аварія (2da)</b>						
15	H <sub>geo</sub>	16	16	16	16	16
16	h <sub>у.в.</sub>	0	0,05	0,13	0,5	0,61
17	h <sub>н.с.</sub>	0	0,2	0,5	2	2,42
18	h <sub>вдв</sub>	0	0,1	0,25	1	1,21
19	h <sub>н.в.</sub>	0	2,07	5,17		25,02
20	h <sub>м</sub>	0	2,54	6,34	25,37	30,7
21	H <sub>d</sub>	16	20,96	28,39	65,55	75,96

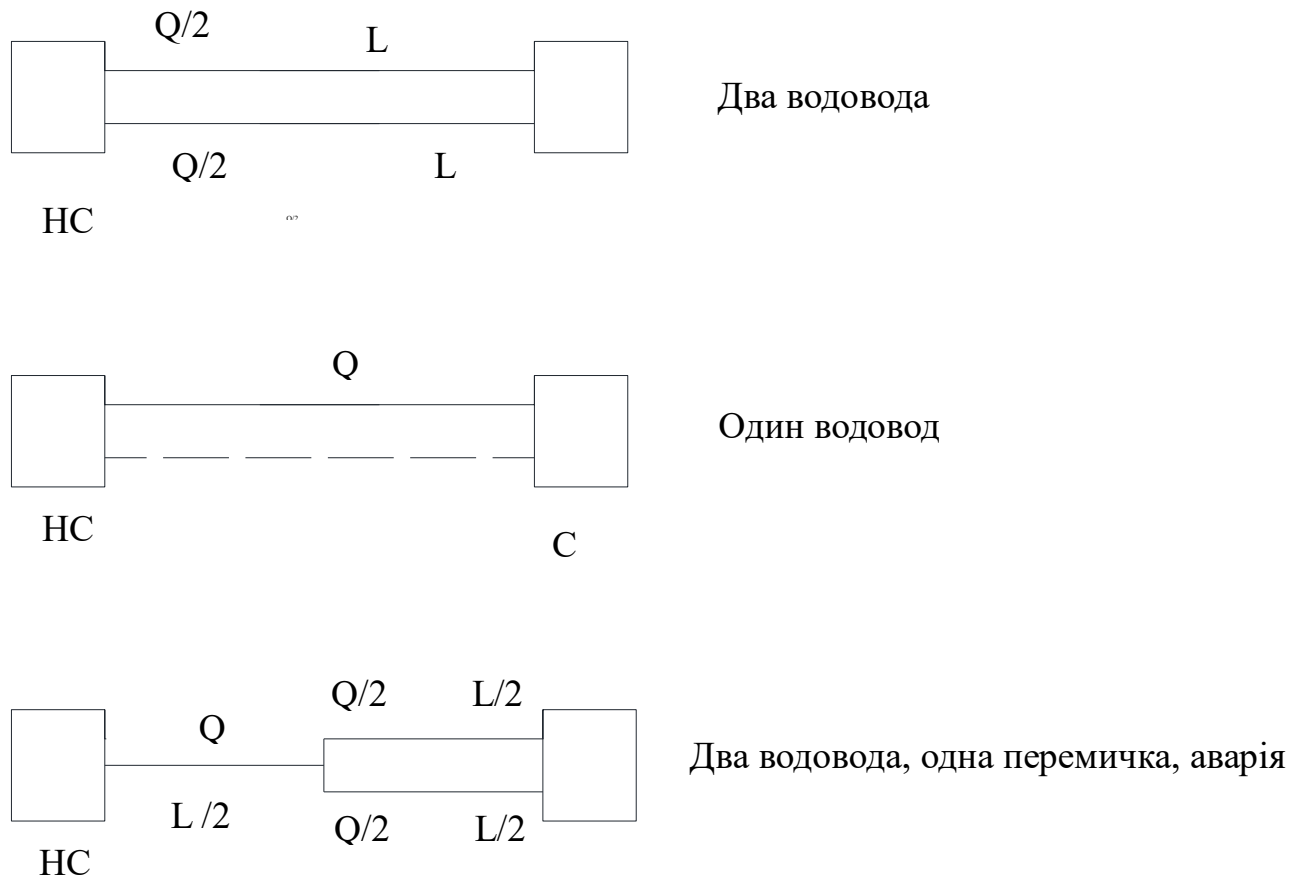


Рис. 3 Схеми роботи водоводів

### 1.5 Вибір насосів

Вибір насосів виконується за сводними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів  $Q = 1277,15 \text{ м}^3/\text{год} = \text{л/с}$ .  $H = 53,23 \text{ м}$ .

при 2 насосах  $Q = 1277, * 1,05/2 = 670,425 \text{ м}^3/\text{год}$

при 3 насосах  $Q = 1277 * 1,05/3 = 446,95 \text{ м}^3/\text{год}$

при 4 насосах  $Q = 1277 * 1,05/4 = 335,2125 \text{ м}^3/\text{год}$

Варіанти для вибору насосів

Табл. 1.13.

Вар.	Марка насоса	пн	$\eta$	$P_1$	$P_2$	NPSH
a	NB 150-400/431	2	85,40%	230,1 кВт	215,5 кВт	5,71 м
b	NB 125-200/219	3	84,80%	234,6 кВт	218,1 кВт	16,74 м
c	NB 100-200/219	4	84,10%	237,9 кВт	219,8 кВт	6,56 м

Розрахунок характеристик напірних водоводів зводимо до таблиці 2.

З таблиці за меншим  $P_2$  приймаємо насос варіанту «а» - NB 150-400/431.

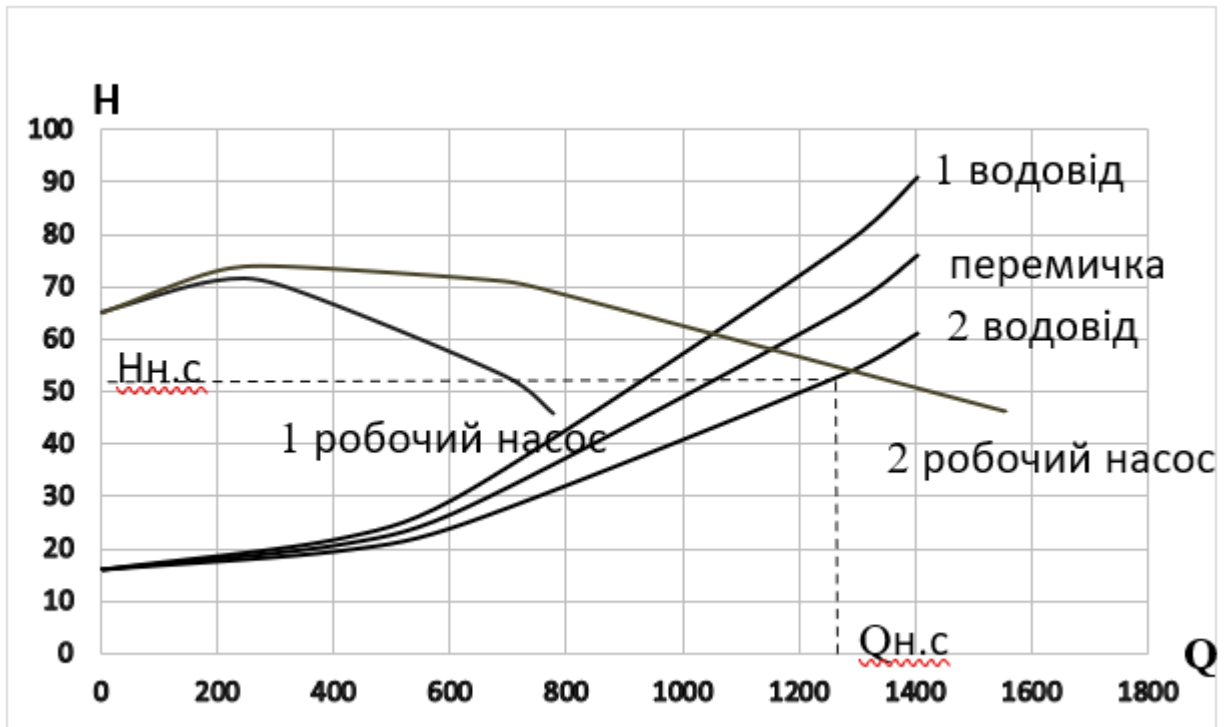


Рис 4. Графік роботи насосів

***Розділ 2.***  
***Внутрішнє санітарно-технічне обладнання***  
***будівлі***

**Консультант** / \_\_\_\_\_ /

**Здобувачка** / \_\_\_\_\_ /

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b>	Лист
							57
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

## 1. Загальна характеристика об'єкта

1. Кількість поверхів – **14**
2. Висота поверхів – **3,2 м**
3. Варіант генплану – **2**
4. Кількість мешканців у будинках: №1 – **280**; №2 – **430**; №3 – **х**; №4 – **150**; №5 – **310**; №6 – **390**; №7 – **410**
5. Розрахунковий будинок – **№3**
6. Гарантований напір в міському водопроводі – **37 м**
7. Глибина закладання міського водоводу в точці підключення – **2,1 м**
8. Глибина закладання міської каналізації в точці підключення – **4,2 м**
9. Висота технічного підпілля – **1,8 м**
10. Готування гарячої води – **швидкісний водонагрівач**
11. Внутрішньо квартална дощова система – **Ні**
12. Місто – **Львів**

## 2. Розрахунок загальних об'ємів водоспоживання в будинку, що проєктується

### 2.1. Розрахунок жителів і санітарних приладів

Перед початком розрахунків систем постачання холодної та гарячої води спочатку необхідно розрахувати загальну кількість жителів, які проживають в будинку, а також кількість санітарних приладів у ньому.

Кількість приладів  $N$  дорівнює кількості санітарних приладів на поверсі, помножена на кількість поверхів:

$$N = 16 * 14 = 224 \text{ шт}$$

Кількість жителів  $U$  дорівнює кількості санітарних приладів:

$$U = N = 224 \text{ жителів}$$

### 2.2. Норми водопостачання

За ступенем благоустрою за діючими будівельним нормами приймаємо середні за рік добові норми витрат води на одного мешканця:

- загальна  $Q_T^{tot} = 250$  л/доб
- холодна  $Q_T^c = 150$  л/доб
- гаряча  $Q_T^h = 100$  л/доб

**Визначаємо середньо годинну витрату води одним споживачем:**

$$- q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T}$$

$$- q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10,42 \text{ л/год}$$

$$- q_T^c = \frac{Q_T^c}{T}$$

$$- q_T^c = \frac{150}{24} = 6,25 \text{ л/год}$$

$$- q_T^h = \frac{Q_T^h}{T}$$

$$- q_T^h = \frac{100}{24} = 4,17 \text{ л/год}$$

де  $T = 24$  год – розрахунковий час споживання води в житловому будинку

**Розраховуємо максимальну добову витрату одним споживачем:**

$$- \text{загальна } Q_{max}^{tot} = Q_T^{tot} * k_d$$

$$Q_{max}^{tot} = 250 * 1,38 = 345 \text{ л/доб}$$

$$- \text{холодна } Q_{max}^c = Q_T^c * k_d$$

$$Q_{max}^c = 150 * 1,53 = 229,5 \text{ л/доб}$$

$$- \text{гаряча } Q_{max}^h = Q_T^h * k_d$$

$$Q_{max}^h = 100 * 1,53 = 153 \text{ л/доб}$$

де  $k_d$  – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею 1, методичних вказівок, в залежності від середньої за годину витрати води та кількості приладів  $N$ .

**Максимальна добова витрата всіма споживачами на будинок:**

$$Q_{max \text{ доб}}^{tot} = \frac{Q_{max}^{tot}}{1\,000} * U$$

$$Q_{max \text{ доб}}^{tot} = \frac{345}{1\,000} * 224 = 77,28 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

$$Q_{max\text{ доб}}^c = \frac{Q_{max}^c}{1\ 000} * U$$

$$Q_{max\text{ доб}}^c = \frac{229,5}{1\ 000} * 224 = 51,41\ \text{м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{max\text{ доб}}^h = \frac{Q_{max}^h}{1\ 000} * U$$

$$Q_{max\text{ доб}}^h = \frac{153}{1\ 000} * 224 = 34,27\ \text{м}^3/\text{доб}$$

*Для холодної води додаємо витрату на полив прилеглої території:*

$$Q_{max\text{ доб}}^{c'} = \frac{Q_{max}^c}{1\ 000} * U + Q_{\text{пол}}$$

де  $Q_{\text{пол}}$  – витрата води на полив прилеглої до будинку території

площа зелених насаджень =  $228/2 = 114\ \text{м}^2$

площа асфальтованих доріжок =  $228/2 = 114\ \text{м}^2$

Полив асфальтованих покриттів =  $0,3 \dots 0,6$  на  $1\ \text{м}^2$

Тоді виходить:  $114 * 0,5 = 57\ \text{м}^2$

Полив зелених насаджень =  $3 \dots 5$  на  $1\ \text{м}^2$

Тоді виходить:  $114 * 5 = 570\ \text{м}^2$

$$Q_{max\text{ доб}}^{c'} = 52,41 + 57 + 570 = 679,41\ \text{м}^3/\text{доб}$$

Розрахунок проводим на два режими роботи системи: режим максимального господарсько-питного водоспоживання і на режим максимального господарсько-питного водоспоживання + пожежа.

### **2.3. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання**

Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу виконується на основі розробленої і накресленої аксонометричної схеми. Визначаємо витрати води на всіх ділянках, підбираємо діаметри труб, знаходимо напори на кожній ділянці і в усій системі в цілому.

**Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі для подачі води на господарсько-питні потреби**

Таблиця 2.1.

Номер ділянки	Довжина ділянки $l$ , м	К-сть приладів, до яких подається вода по даній розрахунковій	Розрахункова витрата на ділянці $q^c$ , л/с	Діаметр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору по довжині	
						1000і, мм	$H_l=1000i^*$ l, мм
1-2	0,94	1	0,216	20	0,671	85,37	80,25
2-3	1,10	2	0,225	20	0,7	92,05	101,26
3-4	0,52	1	0,216	20	0,671	85,37	44,39
4-5	3,20	3	0,236	20	0,735	100,2	320,64
5-6	3,20	6	0,276	20	0,863	133,6	427,52
6-7	3,20	9	0,308	20	0,964	163,1	521,92
7-8	3,20	12	0,338	20	1,05	194	620,80
8-9	3,20	15	0,368	20	1,15	228,1	729,92
9-10	3,20	18	0,399	20	1,25	265,4	849,28
10-11	3,20	21	0,427	20	1,33	306,6	981,12
11-12	3,20	24	0,451	20	1,41	342,2	1095,04
12-13	3,20	27	0,476	25	0,887	101,9	326,08
13-14	3,20	30	0,5	25	0,93	110,9	354,88
14-15	3,20	33	0,524	25	0,976	0,524	1,68
15-16	3,20	36	0,549	25	1,02	132,9	425,28
16-17	3,20	39	0,573	25	1,07	143,7	459,84
17-18	10,12	42	0,584	25	1,12	155,8	1576,70
18-19	6,36	56	0,682	25	1,15	200	1272,00
19-20	0,55	112	1,06	50	1,11	105	57,75
20-21	4,71	168	1,41	50	1,47	182	857,22
21-НС	1,97	224	1,72	50	1,37	132	260,04

$$\sum H_l = 11363,60$$

Отримуємо розрахункову витрату холодної води на ввіді в будинок при роботі системи в режимі максимального господарсько-питного водоспоживання  $q^c = 1,37$  л/с

## 2.4. Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежогасіння

Розрахунок режиму максимального господарсько-питного водоспоживання плюс пожежогасіння починається також з визначення диктуючої точки, а саме найбільш віддаленого пожежного крана на верхньому поверсі. Секундна витрата знаходиться як сума максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат.

### Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

Таблиця 2.2.

Номер ділянки	Довжина $l$ , м	Витрата води $q$ , л/с			Діаметр $d$ , мм	Швидкість $V$ , м/с	Втрати напору по довжині	
		Господарсько-питні потреби	Пожежні потреби	Розрахункова витрата			$1000i$ , мм	$H_l = 1000i \cdot l$ , мм
1'-2'	44,8	0	2,5	2,5	50	1,99	277,6	12436,48
2'-21	5,5	1,41	2,5	3,91	50	1,65	135,7	746,35
21-НС	1,97	1,41	2,5	3,91	50	1,65	135,7	260,04

$$\sum H_l = 13442,87 \text{ мм}$$

Оскільки діаметри труб при пожежогасінні відрізняються від діаметрів труб при звичайному максимальному водоспоживанню, то приймаємо діаметри труб при другому режимі (водоспоживання + пожежа).

Тоді сума витрат на ділянці:

$$\sum H_l = 11363,60 \text{ мм}$$

Сумарні втрати напору в місцевих опорах на магістралі:

$$\sum H_{l,tot} = (1 + k_l) \sum H_l$$

де  $k_l$  – коефіцієнт, величина якого залежить від типу системи внутрішнього водопроводу, = 0,2

$$\sum H_{l,tot} = (1 + 0,2) \cdot 11363,6 = 13636,32 \text{ мм}$$

**Розрахунок мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат**

Таблиця 2.3.

Номер ділянки	Довжина	Кількість жителів	Розрахункова витрата	Діаметр	Швидкість	Втрати напору по довжині		
						1000 і	Hl=1000i* L	
B7-B6	13	224	3,91	50	1,84	170	2210	
B6-B5	15	224	3,91	50	1,84	170	2550	
B5-B17	14	374	3.36	50	1,59	125	1750	
B17-B4	10	804	4.36	50	1,58	211	2110	
B4-B3	35	1114	5.07	70	1,43	77,2	2702	
B3-B2	12	1784	6,63	70	1,91	133,1	1597,2	
B2-B1	38	1784	6,63	70	1,91	133,1	5057,8	
							17977	

**2.5. Підбір лічильника для води**

На ввіді водопроводу встановлюємо лічильник для обліку води, що споживається. Розрахунок проводимо на пропуск максимальної загальної витрати холодної плюс гарячої води. Діаметр лічильника обираємо виходячи із середньогодинної витрати за добу максимального водоспоживання  $q_T^{tot} = 10,42$  л/год

Обираємо крильчатий тип лічильника ( $d = 15 \dots 50$  мм), втрати напору не повинні перевищувати 5 м водяного стовпа.

Втрати напору в лічильнику визначається:

$$H_{ліч} = S * q^{tot^2}$$

де  $S$  – гідравлічний опір лічильника,  $= 0,5 \frac{м}{л/с^2}$

$q^{tot}$  – витрата загальної води на ввіді в будинок, яка визначається в залежності від кількості приладів  $N$  при розрахунковій витраті загальної води за годину на одну людину,  $= 2,17$  л/с

Діаметр лічильника – 40 мм

$$H_{\text{ліч}} = 0,5 * 2,17^2 = 2,36 \text{ м}$$

## 2.6. Визначення необхідного напору в мережі холодного водопроводу

Необхідний напір у ввіді до будинку визначається:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \sum H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}} + H_{\text{geom}} + \sum H_{l,tot}^{\text{ВН}} + H_{\text{ліч}} + H_f$$

де  $H_{\text{geod}}$  – різниця між геодезичною відміткою точки приєднання до міського водопроводу і відміткою вводу в будинку, = 0,15

$H_{\text{geom}}$  – геометрична висота від точки вводу до осі змішувача диктуючого приладу, = 46,65 м

$\sum H_{l,tot}^{\text{ВН}}$ ,  $\sum H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}}$  – сумарні втрати напору за довжиною і в місцевих опорах, відповідно, у внутрішньо квартальній і внутрішній мережах трубопроводів.  $\sum H_{l,tot}^{\text{ВН}} = 11,363 \text{ м}$

$$\sum H_{l,tot}^{\text{ЗОВН}} = 17,97 \text{ м}$$

$H_{\text{ліч}}$  – втрати напору у водолічильнику, = 2,36 м

$H_f$  – вільний напір у диктуючого приладу. Для ванни = 3 м

$$H_{\text{необх}} = 0,15 + 17,97 + 46,65 + 11,36 + 2,36 + 3 = 81,49 \text{ м}$$

$H_{\text{гарант}} < H_{\text{необх}}$ , тому потрібен насос.

## 2.7. Розрахунок насосної установки

Напір насоса:

$$H_{\text{насос}} = H_{\text{необх}} - H_{\text{гарант}} = 81,49 - 37 = 46,19 \text{ м}$$

Витрата насосу дорівнює загальній максимальній секундній витраті

$$q_{\text{насос}} = q^{\text{tot}} = 2,17 \text{ л/с}$$

Потужність насосної установки:

$$N = \frac{\rho g q H_{\text{насос}}}{1000 \eta} * K$$

де  $\rho$  – густина води, =  $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$g$  – прискорення вільного падіння,  $= 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії насосної установки,  $= 0,5 \dots 0,6$

$K$  – коефіцієнт запасу,  $= 1,3 \dots 1,8$

$$N = \frac{1000 * 9,81 * 2,36 * 46,19}{1000 * 0,5} * 1,5 = 3208,12$$

Встановлюємо два насоси: один робочий і один резервний.

Повторюємо розрахунки для другого режиму: режиму максимальне господарсько-питне водоспоживання плюс пожежа.

Необхідний напір у ввіді до будинку визначається:

$$H_{\text{необх}} = \pm H_{\text{geod}} + \sum H_{l,tot}^{\text{зобн}} + H_{\text{geom}} + \sum H_{l,tot}^{\text{BH}} + H_{\text{ліч}} + H_f$$

$$H_{\text{насос}} = 91,88 - 41 = 50,88 \text{ м}$$

$$N = \frac{1000 * 9,81 * 2,36 * 90,01}{1000 * 0,5} * 1,5 = 6251,63$$

Встановлюємо два насоси: один робочий і один резервний.

## 2.9. Гідравлічний розрахунок систем внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання

Розрахунок внутрішньої мережі гарячого водопроводу виконується аналогічно як і для холодного водопроводу на основі розробленої і накресленої аксонометричної схеми. Визначаємо витрати води на всіх ділянках, підбираємо діаметри труб, знаходимо напори на кожній ділянці і в усій системі в цілому.

Розрахунок виконуємо на два режими: на режим максимального господарського-питного водоспоживання і на режим циркуляції.

Кількість жителів  $U = 224$

Кількість санітарних приладів для гарячої системи  $N = 168$

## Розрахунок внутрішньої водопровідної мережі для подачі гарячої води на господарсько-питні потреби

Таблиця 2.4.

Номер ділянки	Довжина ділянки l, м	К-сть приладів, до яких подається вода по даній розрахунковій ділянці, N, шт	Розрахункова витрата на ділянці $q^c$ , л/с	Діаметр d, мм	Швидкість V, м/с	Витрати напору по довжині	
						1000i, мм	$H_i = 1000i * l$ , мм
1-2	0,95	1	0,09	15	1,12	327,6	311,22
2-3	1,3	2	0,135	15	1,12	327,6	425,88
3-4	3,2	2	0,135	15	1,12	327,6	1048,32
4-5	3,2	4	0,203	15	1,18	360,5	1153,6
5-6	3,2	6	0,254	15	1,47	560,4	1793,28
6-7	3,2	8	0,305	15	1,77	807	2582,4
7-8	3,2	10	0,346	20	1,09	206,4	660,48
8-9	3,2	12	0,396	20	1,24	266,6	853,12
9-10	3,2	14	0,438	20	1,37	315,7	1010,24
10-11	3,2	16	0,494	20	1,54	406	1299,2
11-12	3,2	18	0,514	20	1,54	404,2	1293,44
12-13	3,2	20	0,549	20	1,71	504,7	1615,04
13-14	3,2	22	0,586	20	1,83	572,3	1831,36
14-15	3,2	24	0,622	20	1,94	645,6	2065,92
15-16	3,2	26	0,659	20	2,05	725,1	2320,32
16-17	8,8	26	0,659	20	2,05	725,1	6380,88
17-18	2,66	152	1,14	32	1,19	120,3	319,998
18-19	7,9	166	1,21	32	1,26	348,4	2752,36
19-Водонагрівач	1,1	166	1,21	32	2,22	348,4	383,24

### 2.10. Розрахунок системи внутрішнього гарячого водопроводу на режим циркуляції

Для розрахунку системи в режимі циркуляції використовуємо аксонометричну схему розподільчих трубопроводів гарячої води, в якій додатково враховано розміщення циркуляційних трубопроводів.

Циркуляційні витрати в системі будуть дорівнювати 20% від витрат гарячого водопостачання.

Так як витрати дорівнюють 1,21 л/с, то 20% від них – це 0,342 л/с  $\approx$  0,35 л/с

Щоб визначити скільки циркуляційна витрата на кожному стояку, ділимо витрату в системі на кількість стояків.  $0,35/4 = 0,0875$  л/с.

Витрати трубопроводу Т4 буде дорівнювати циркуляційним витратам в системі, тобто = 0,35 л/с.

Діаметр трубопроводу Т4 приймаємо без розрахунків на розмір менше ніж подаючий трубопровід 32 мм. Тобто, приймаємо трубопровід 25 мм.

### Циркуляційні трубопроводи

Таблиця 5

Номер ділянки	Довжина	Розрахункова витрата	Діаметр	Швидкість	Витрати напору по довжині	
					1000 i	HI=1000i* L
1-2	8,6	0,2	25	0,37	20,9	179,74
2-3	1	0,15	25	0,28	12,5	12,5
3-4	17,9	0,1	20	0,31	21,1	377,69
4-5	1,5	0,05	15	0,29	28,8	43,2
5-6	40,93	0,05	15	0,29	28,8	1178,784
6-7	3,9	0,05	15	0,29	28,8	112,32
7-8	16,3	0,1	20	0,31	21,1	343,93
8-9	1	0,15	20	0,28	12,5	12,5
9-10	1	0,2	25	0,37	20,9	20,9
10-11	39,4	0,2	25	0,37	20,9	823,46
11-12	9,5	0,2	25	0,37	20,9	198,55

## 2.11. Розрахунок водонагрівальної установки

Для приготування гарячої води застосовуємо пластичний водонагрівач. Для його розрахунку знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання:

$$Q_{hr}^h = 1.16 * q_{hr}^h * (55 - t^c) + Q^{ht}$$

де  $t^c$  – температура холодної води у мережі холодного водопроводу, = 2°C

$$Q_{hr}^h = 1,16 * 1,21 * (55 - 2) + (0,2 * 1,16 * 1,21 * (55 - 2)) = 89,27 \text{ кВт}$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k * \Delta t_{max}}$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі прийнятого типу пластини,  $= 1\,500 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°C}$

$\Delta t_{max}$  – середньо логарифмічний температурний напір,  $\text{°C}$ , який визначається за формулою:

$$\Delta t_{max} = \frac{(t_1^{\dot{}} - t_2^{\ddot{}}) - \Phi(t_1^{\ddot{}} - t_2^{\dot{}})}{\ln \frac{(t_1^{\dot{}} - t_2^{\ddot{}})}{(t_1^{\ddot{}} - t_2^{\dot{}})}}$$

$t_1^{\dot{}} = 95\text{°C}$  та  $t_1^{\ddot{}} = 20\text{°C}$  - температура теплоносія відповідно на вході і на виході з теплообмінника

$t_2^{\dot{}} = 2\text{°C}$  та  $t_2^{\ddot{}} = 55\text{°C}$  - температура води, що нагрівається на вході і на виході з теплообмінника

$$\Delta t_{max} = \frac{(95 - 55) - (20 - 2)}{\ln \frac{(95 - 55)}{(20 - 2)}} = 27,55\text{°C}$$

$$F = \frac{89,27}{1,5 * 27,55} = 2,16 \text{ м}^2$$

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2$$

$f$  – площа нагрівання однієї пластини,  $= 0,3 \text{ м}^2$

$$n = \frac{2,16}{0,3} + 2 = 11 \text{ шт}$$

### 3. Водовідведення

### 3.1. Конструювання системи внутрішнього господарсько-побутового водовідведення

На плані типового поверху в санітарних вузлах і кухнях здійснюють розводку трубопроводів для стічних вод і намічають каналізаційні стояки. З урахуванням генплану, розташовуємо на плані підпілля каналізаційні випуски із будинку.

Схема розміщення водоприймальних воронок приведена на плані кровлі. Водовідвідні трубопроводи від водостічних воронок приводиться на плані горища. Витрати дощових вод з покрівлі будинку розраховуємо за залежностями. Розраховуємо як для плоскої, так і для похильної покрівлі:

- Для плоских покрівель (ухил <1,5%)

$$Q = \frac{F * q_{20}}{10\ 000}$$

де  $F$  – розрахункова площа:

$$F = F_1 + 0,3F_2$$

де  $F_1$  – дійсна площа покрівлі в плані

$F_2$  – площа вертикального бортика, який огороджує поверхню покрівлі по периметру.

$$F = 266,76 + 0,3 * 69,5 = 287,61 \text{ м}^2$$

$q_{20}$  – інтенсивність двадцяти хвилинного дощу за період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності, рівнім одному року, = 100 л/(с\*га)

$$Q = \frac{287,61 * 100}{10\ 000} = 2,88 \text{ л/с}$$

- Для похильних покрівель (ухил >1,5%)

$$Q = \frac{F * q_5}{10\ 000}$$

де  $q_5$  – інтенсивність п'ятихвилинного дощу:

$$q_5 = 4^n * q_{20}$$

$n$  – параметр, який залежить від місцевості, на якій ведеться будівництво

$$q_5 = 4^{0,69} * 100 = 260,27 \text{ л/с}$$

$$Q = \frac{287,61 * 260,27}{10\ 000} = 7,49 \text{ л/с}$$

Діаметр для плоских внутрішніх вертикальних водостічних стояків: 85 мм, а горизонтальних діаметр 100 мм і з похилом 0,01, а швидкість 0,66 м/с.

Для похильних внутрішніх вертикальних водостічних стояків так само приймаємо 85 мм, і горизонтальні також 100 мм, але зі швидкістю 1,17 м/с, і похилом 0,03.

3.2. Розрахунок і конструювання мережі внутрішньої господарсько-побутової системи водовідведення

Так розрахункова витрата господарсько-побутових стічних для каналізаційного стояка визначається за залежністю:

$$q^s = q^{tot} + q_0^s = 2,64 + 1,6 = 4,24$$

Для горизонтальних відвідних трубопроводів систем каналізації розрахунковою треба вважати витрату, л/с, значення якої обчислюється залежно від кількості санітарно-технічних приладів N, які приєднані до проектуємої ділянки трубопроводу L, м, за формулою:

$$1) q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s * q_0^{s.2} = \frac{3,49}{3,6} + 1,1 * 1,6^2 = 3,79 \text{ л/с}$$

$$2) q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s * q_0^{s.2} = \frac{3,49}{3,6} + 0,574 * 1,6^2 = 2,44 \text{ л/с}$$

Вважається, що співвідношення між прийнятими гідравлічними характеристиками труб визначені вдало, якщо буде виконуватись умова:

$$V \sqrt{\frac{H}{d}} \geq K$$

$$1) 0.77\sqrt{0.6} \geq K$$

$$2) 0.83\sqrt{0.4} \geq K$$

*В нашому випадку визначено вдало.*

3.4. Розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) господарсько-побутової мережі водовідведення

На генплані позначаємо трасування всієї внутрішньоквартальної каналізаційної мережі будівельного майданчика. Від кожного будинку показуємо по

два випуски каналізації. Послідовно об'єднуємо їх між собою в один колектор і підключаємо до міської каналізаційної мережі. Підписуємо кожен колодязь послідовно.

Мінімальний діаметр каналізації беремо 150 мм, а нахил прокладання 0,008.

Проводимо гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної мережі для прилеглого колектора мережі від КК1 до КК21.

$$\text{КК1} - \text{КК2}: q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s * q_0^{S.2} = \frac{6,51}{3,6} + 1,1 * 1,6^2$$

$$\text{КК1} - \text{КК2}: q^{SL} = \frac{q_{hr}^{tot}}{3,6} + K_s * q_0^{S.2} = \frac{6,51}{3,6} + 1,1 * 1,6^2$$

Таблиця 2.6.

## Гідравлічний розрахунок внутрішньоквартальної (дворової) мережі водовідведення

N ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата q сіт, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння Ігр <sup>х1</sup> , м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби	
				Землі Із	Труби Ітр					Поверхні Землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
Головний колектор побутової мережі																			
1-2	17,37	3,47	150	0,0115	0,0013	0,312	0,047	0,7	0,023	141,7	141,5	140,75	140,72	140,70	140,68	140,85	140,83	1	0,98
2-3	15,1	3,47	150	0,0199	0,0013	0,312	0,047	0,7	0,020	141,5	141,2	140,72	140,70	140,68	140,66	140,83	140,81	0,978	0,971
3-6	12,8	5,11	150	0,0234	0,0014	0,376	0,056	0,8	0,018	141,2	140,9	140,70	140,69	140,65	140,63	140,81	140,78	0,971	0,847
6-7	10,3	5,73	150	0,0097	0,0014	0,401	0,060	0,9	0,014	140,9	140,8	140,69	140,67	140,63	140,61	140,78	140,76	0,847	0,826
7-8	4,5	6,35	150	0,0889	0,0014	0,424	0,064	0,9	0,006	140,8	140,4	140,67	140,67	140,61	140,60	140,76	140,75	0,826	0,739
8-13	26,2	6,35	150	0,0038	0,0014	0,424	0,064	0,9	0,037	140,4	140,3	140,67	140,63	140,60	140,57	140,75	140,72	0,738	0,718
13-20	12,6	7,99	150	0,0079	0,0015	0,473	0,071	1,0	0,019	140,3	140,2	140,63	140,61	140,56	140,54	140,72	140,69	0,718	0,806
20-21	10,9	12,30	200	0,0183	0,0015	0,617	0,123	1,1	0,016	140,2	140,0	140,61	140,59	140,49	140,47	140,69	140,67	0,70	0,791

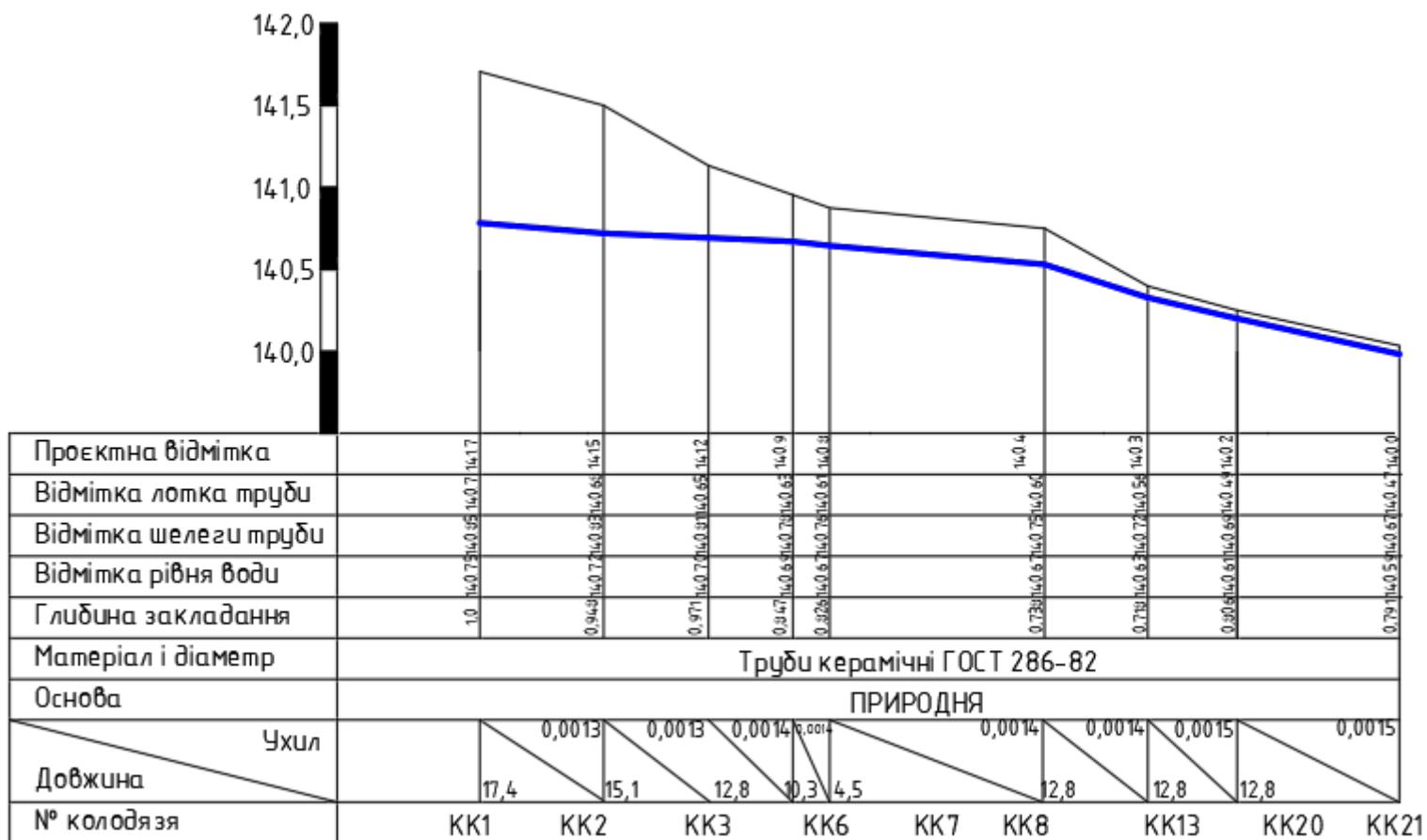


Рис. 4. Повздовжній профіль внутрішньо кварталної господарчо-побутової водопровідної мережі

**Розділ 3**  
**Технологія будівельного виробництва**

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b>	Лист
							74
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

### 3.1.Характеристика споруди та умов виконання робіт

#### 3.1.1. Вихідні дані:

Відповідно завданню необхідно розробити технологію монтажу чотирьохсекційного двохкоридорного аеротенку зі збірних залізобетонних конструкцій. Габарити споруди в плані (загальні): 33 х 36 м; глибина: 4,8 м.

#### 3.1.2. Характеристика споруди. Побудова плану споруди.

Габарити споруди в плані (загальні): 33 х 36 м; глибина: 4,8 м. Ґрунт супісок.

Крок колон 3 м. Стінові панелі плоскі ПС2-48-КГ1, ПС2-48-КГ1У, ПС2-48-КВ1. Висота плоских стінових панелей – 4,8 м.

План і розрізи 1-1 і 2-2 аеротенка з маркуванням збірних конструкцій каркаса наведений на рис.3.1.1 та 3.1.2.

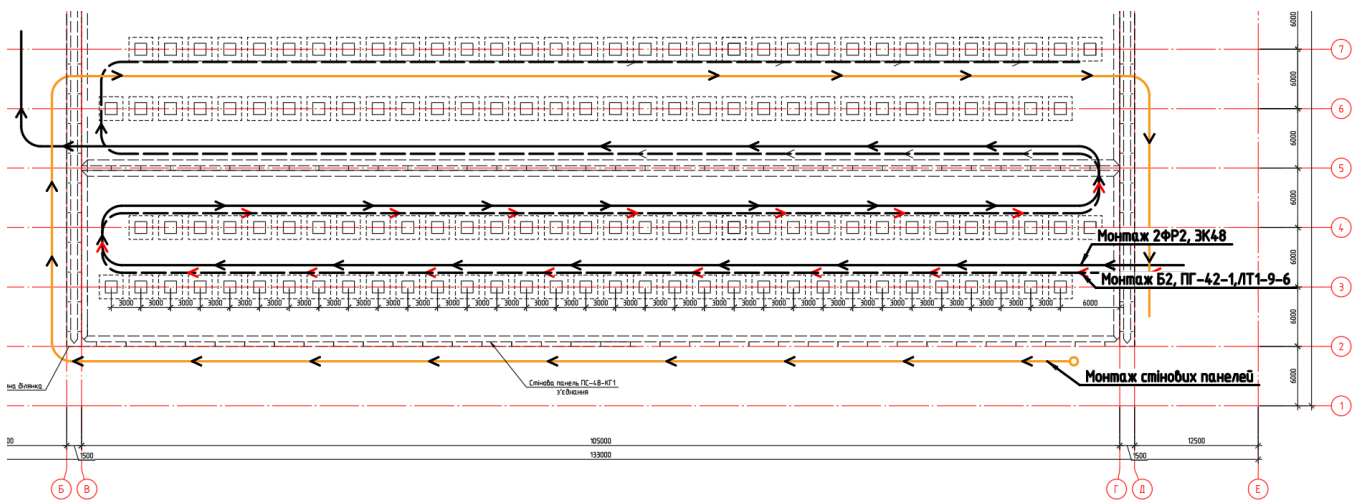


Рис. 3.1.1. Схематичний план 1 секції аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

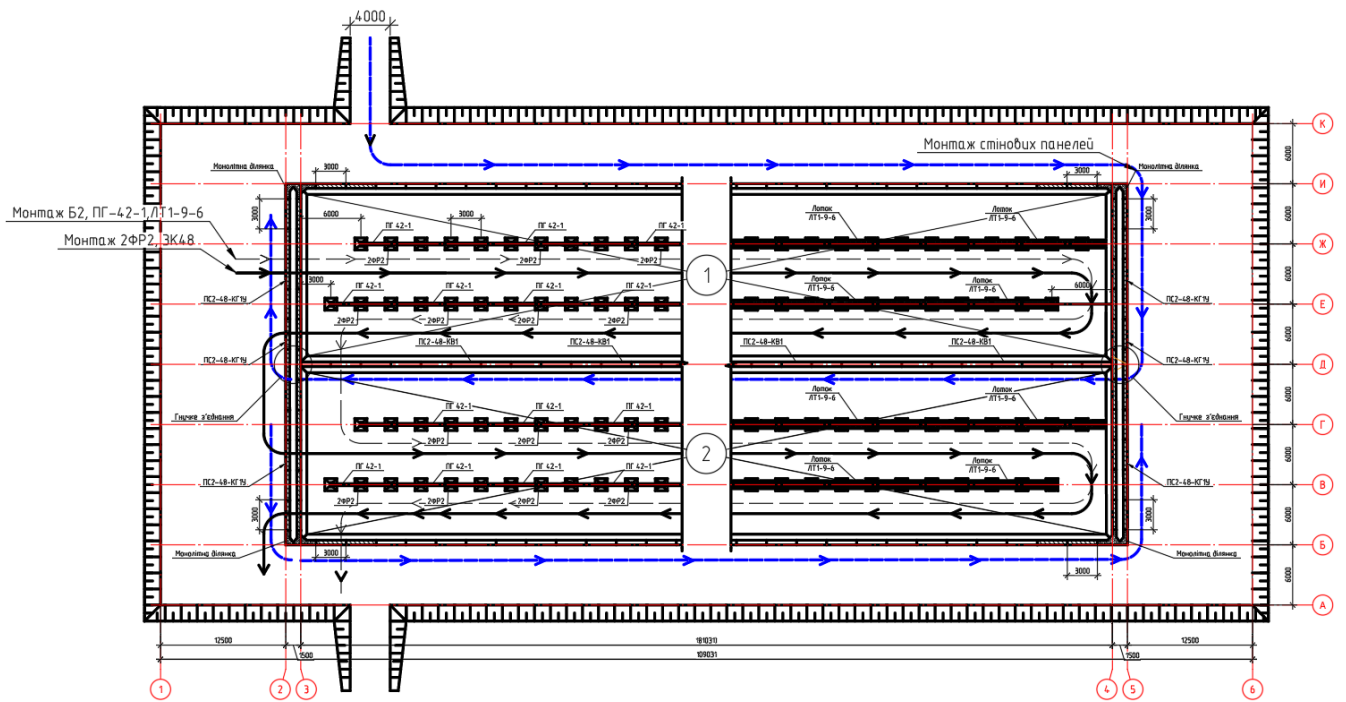


Рис. 3.1.2 Схематичний план аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

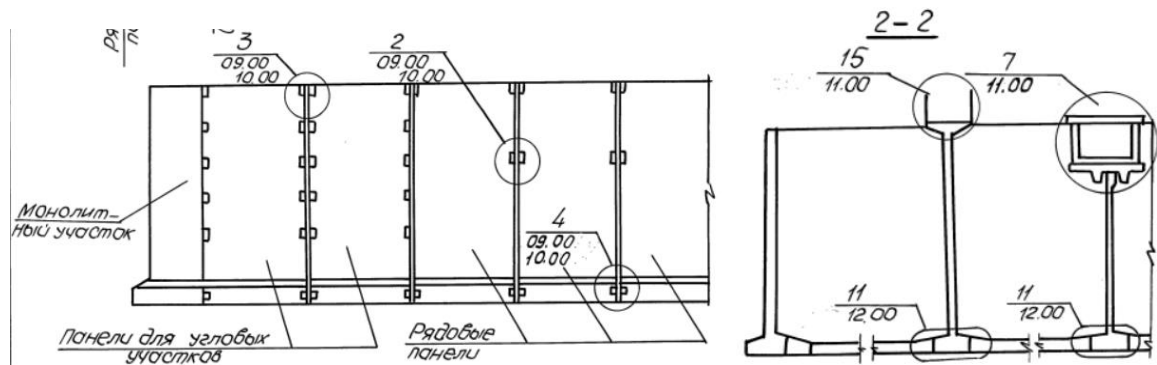
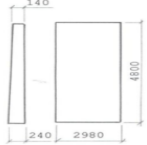
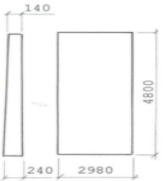
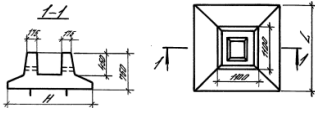
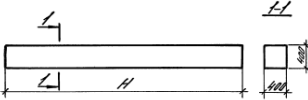
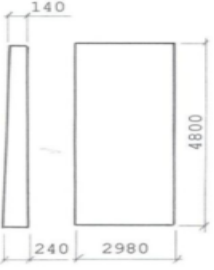


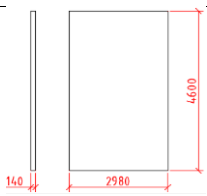
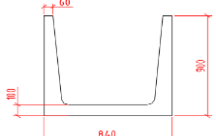
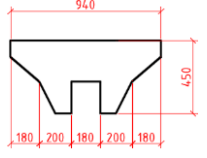
Рис. 3.2. Схематичні розрізи аеротенка з маркуванням конструкцій каркаса

### 3.1.3. Характеристики монтажних елементів

наведено у таблиці 3.1, де вказано їх маркування, ескізи, розміри, маса в тонах та об'єм залізобетону.

## Характеристика монтажних елементів

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Стінова панель	ПС2-48- КГ1		6,7	2,69
2	Стінова панель	ПС2-48- КГ1У		6,7	2,69
3	Фундамент під колону	2ФР2		4,18	1,67
4	Колона	3КР48		1,7	0,63
5	Стінова панель	ПС2-48- КВ1		6,7	2,69

№ n/n	Монтажні елементи	Марка	Ескіз	Маса елемента, т	Об'єм елемента, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6
6	Перегородка	ПГ-42-1		4,38	1,75
7	Лоток	ЛТ1-9-6		3,7	1,48
8	Балка	Б2		0,27	0,11

### 3.2. Вибір методів виконання і розчленування фронту робіт на ділянці

#### 3.2.1. Суть будівельного потоку.

Для скорочення тривалості будівництва споруд водопостачання або водовідведення організують роботи поточним методом, оснований на розчленуванні загального процесу на складові, призначенні для кожного із них, за можливістю, однакової тривалості і суміщення їх виконання в часі. Поточний метод виконання робіт сприяє рівномірній і неперервній потребі ресурсів і відповідному випуску продукції.

Для будівництва споруд водопостачання або водовідведення поточним методом потрібно:

- комплексний процес необхідно розділити на прості або комплексні процеси, тобто, спеціалізований монтажний потік розділити на елементарні потоки.

- виконання елементарних потоків необхідно доручити окремим ланкам або бригадам виконавців з відповідними засобами виконання процесів (монтажними кранами, оснащенням та механізованим інструментом);

- фронт робіт необхідно розділити на окремі елементи фронту робіт, тобто споруду в плані необхідно розділити на монтажні ділянки;

- елементарні потоки необхідно ввести у виробництво послідовно (по мірі звільнення ділянок попередніми виконавцями); після введення всіх елементарних потоків у виробництво, забезпечити їх наступне, паралельне в часі, виконання на різних елементах фронту робіт (на окремих ділянках).

## **2.2. Поділ спеціалізованого потоку на елементарні потоки.**

Формуванням елементарних потоків для організації потокового виконання монтажу слід максимально добиватись роздільної послідовності установки конструкцій (монтаж тільки однотипних конструкцій – стінових панелей, фундаментів з колонами) за винятком монтажу конструкцій покриття, де послідовність установки конструкцій вимушена бути комплексною.

Спеціалізований потік будівництва споруд водопостачання або водовідведення можна розділити на елементарні монтажні потоки наступним чином:

- монтаж стінових панелей;
- монтаж фундаментів під колони, колон,

Будівельні процеси (електрозварювання, заповнення стиків бетонною сумішшю та інші) можна виконувати з суміщенням в часі на одній ділянці з відповідними провідними монтажними процесами за межами небезпечних зон монтажних кранів, а тому їх варто розділити на елементарні потоки за ознаками суміжності з провідними елементарними потоками:

- зварювання арматури і закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замонолічування стиків стінових панелей з днищем;
- замонолічування вертикальних стиків між стіновими панелями;
- видалення клинів тимчасових закріплень панелей в пазах днища і заробка утворених пустот бетоном на мілкому щебені;

- установка інвентарної опалубки монолітних кутових ділянок; армування; укладання та ущільнення бетонної суміші; демонтаж опалубки;
- бетонування стиків колон з фундаментами;

В роботі перелік елементарних потоків спеціалізованого потоку будівництва аеротенків вибрана такою:

- монтаж стінових панелей;
- зварювання арматури і закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замонолічування стиків стінових панелей з днищем;
- замонолічування вертикальних стиків між панелями;
- установка інвентарної опалубки монолітних кутових ділянок; армування; укладання та ущільнення бетонної суміші; демонтаж опалубки;
- вивірення і монтаж фундаментів під колони;
- вивірення і монтаж колон у стакани фундаментів;
- бетонування стиків колон з фундаментами;
- монтаж перегородок з постійним закріпленням ;
- монтаж балок;
- електрозварювання стиків балок з колонами; балок зі перегородками;
- монтаж лотків на балки;
- електрозварювання стиків лотків з балками;

### **3.2.3. Поділ споруди на монтажні ділянки.**

Споруду розбивають на ділянки однакові за трудомісткістю. Ділянки вважають рівними, якщо об'єми робіт, а значить і трудомісткості відрізняються не більше ніж на 20%. Прийнята планова трудомісткість може бути зрівняна за рахунок перевиконання норм.

У зв'язку зі значною кількістю об'ємно-планувальних, будівельно-технологічних і конструктивних особливостей споруд водопостачання або водовідведення їх поділяють на дві групи:

Першу групу складають невеликі окремо стоячі споруди циліндричної і прямокутної форм в плані шириною до 15, які об'єднані в технологічний блок з трубопроводами, кожному з них приймають в якості однієї монтажної ділянки.

Друга група – це прямокутні і циліндричні в плані емкісні споруди шириною понад 15 м, які розділені на секції, коридори і прольоти, обмежені стінами (замкнутими або не замкнутими по контуру) і колонами або роздільними діафрагмами. Ці прольоти або секції і приймають в якості монтажних ділянок. Якщо об'єми робіт недостатні для продуктивності кранів, то в якості монтажної ділянки приймають дві або більше число секцій.

Бетон в стиках колон з фундаментами і стінових панелей в пазах днища повинен мати міцність 70% від проектної. Тривалість твердіння бетону до 70 % від проектної міцності складає декілька діб, то тривалість твердіння бетону можна прискорити наступними способами: підвищенням марки цементу, хімічними добавками, термообробкою бетону.

В роботі приймаємо витримування бетону у стиках колони з фундаментом і стінових панелей в пазах днища за допомогою електропрогрівання. У цьому випадку потрібна міцність бетону може бути досягнена за 8 - 12 год.

Споруда будується двома монтажними ділянками, аеротенк з розмірами у плані 33 м × 36 м.

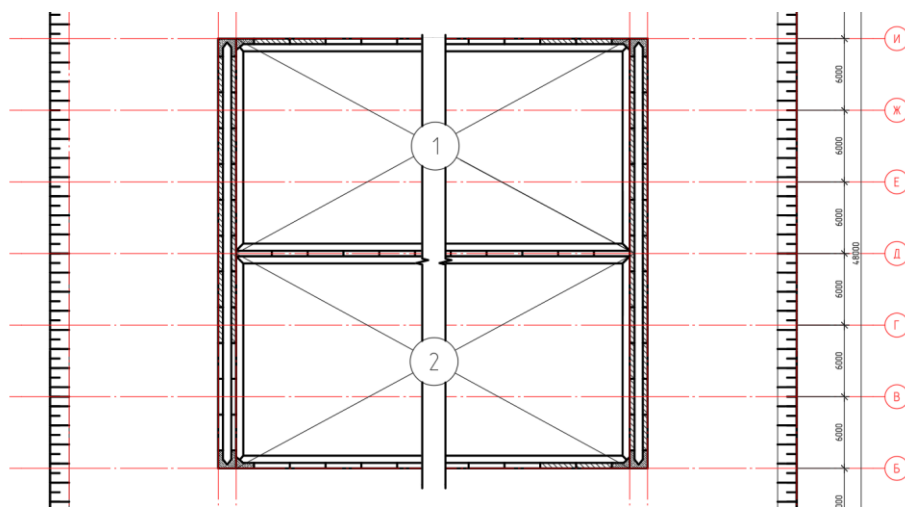


Рис. 3.3. Розбивка споруди «аеротенк» на монтажні ділянки

### 3. Підрахунок об'ємів робіт

#### 3.3.1. Визначення об'ємів монтажних

Таблиця 3.2

#### Об'єм монтажних робіт

№ № пор.	Найменування елементів	Марка елемен-та	Кількість елементів, шт.			Об'єм елемен- та, м <sup>3</sup>	Об'єм елемен-тів, м <sup>3</sup>
			Кількість елементів, шт.				
			1 дільниця	2 дільниця	Всього		
1	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1	34	34	68	2,69	182,92
	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КГ1У	22	22	44	2,69	118,36
	Стінова панель масою 6,7т	ПС2-48-КВ1	17	18	35	2,69	94,15
2	Перегородка масою 4,38т	ПГ-42-1	68	68	136	1,75	238
3	Лоток масою 3,43	ЛТ1-9-6	34	34	68	1,48	100,64
4	Фундамент під колону масою 4,18 т	2ФР2	68	68	136	1,67	227,12
5	Колона масою 1,7 т	3К48	68	68	136	0,63	85,68
6	Балка масою 0,27т	Б2	68	68	136	0,11	14,96
	РАЗОМ		1				<b>1061,83</b>

#### 3.3.2. Визначення об'ємів бетонних робіт.

В прямокутних спорудах водопостачання та водовідведення приймається жорстке кутове з'єднання зовнішніх стін у вигляді монолітних блоків бетонування, марки яких вибирають в залежності від марок стінових панелей.

Об'єми опалубних робіт дорівнюють площі опалубки, що покриває бічні поверхні монолітних ділянок.

**Об'єм опалубних робіт**

Марка моноліт-ної ділянки	Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом	Розміри поверхні, мхм	Кількість поверхонь кожного типу, шт.	Площа одної поверхні, м <sup>2</sup>	Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м <sup>2</sup>
УМ48-БГ1	1	1,59х4,28	2	6,80	13,60
	2	1,21х4,28	2	5,18	10,36
	3	0,28х4,28	1	1,98	1,98
Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м <sup>2</sup>					25,94
Площа опалубки на монтажну дільницю, м <sup>2</sup>					103,76
Площа опалубки на споруду, м <sup>2</sup>					207,52

Таблиця 3.4

**Об'єм бетонних робіт**

Монолітна ділянка УМ48-БГ1	Об'єм бетону, м <sup>3</sup>
Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м <sup>3</sup>	3,4
Об'єм бетонної на монтажну дільницю, м <sup>3</sup>	6,8
Об'єм бетонної суміші на споруду, м <sup>3</sup>	13,6

Таблиця 3.5

**Об'єм арматурних робіт**

Марка монолітної ділянки	Маса арматури класу в кг				Маса арматури, кг
	A240C	A400C			
	діаметром 6 мм	діаметром 8 мм	діаметром 14 мм	діаметром 16 мм	
УМ48-БГ1	3,0	46,3	26,1	289,1	364,5
Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг					364,5
Маса арматури на монтажну дільницю, кг					1458,0
Маса арматури на споруду, кг					2916,0

Об'єм робіт з розбирання опалубки дорівнює обсягу робіт з улаштування опалубки.

**3.3.3. Визначення об'ємів робіт із закладання стиків.**

Для визначення об'ємів робіт по зварюванню стиків довжина шва приймається в залежності від типу споруди і виду з'єднань конструктивних елементів.

Таблиця 3.6

### Об'єм робіт із закладання стиків

№ пор.	Назва процесу	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт			Об'єм робіт на споруду
			Одиниця вимірювання	На ділянках		
				1	2	
1	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м шва	0,432	31,54	31,97	63,50
2	Закладання швів дна паза днища бетоном з ущільненням	1 м <sup>3</sup>	0,03	6,53	6,62	13,14
3	Заливання швів панелей стін бетоном механізовано	100 м	0,048	3,50	3,55	7,06
4	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	1	68,00	68,00	136,00
5	Закладання швів дна паза днища перегородки бетоном з ущільненням	1 м <sup>3</sup>	0,03	6,08	6,08	12,16
6	Заливання швів перегородок бетоном механізовано	100 м	0,048	3,26	3,26	6,53
7	Електрозварювання балки з колоною	10м	0,062	4,22	4,22	8,43
8	Електрозварювання балки з перегородкою	10м	0,025	1,70	1,70	3,40
9	Електрозварювання лотка з балками	10м	0,2	6,80	6,80	13,60

### 3.4. Вибір монтажних кранів

#### 3.4.1. Вибір засобів для захоплення конструкцій і їх тимчасового закріплення.

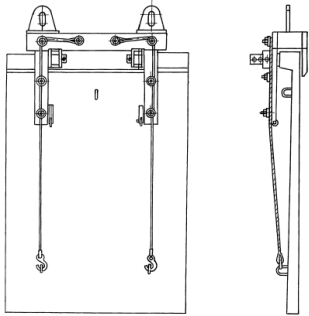
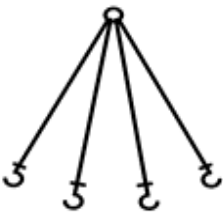
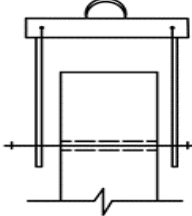

Засоби для захоплення конструкцій використовують для надійного тимчасового з'єднання вантажів з гаком підйомного крану, під час їх переміщення.

Їх приймають з каталогів і довідкової літератури, в залежності від типу вантажу, його розмірів та маси.

У прикладі засоби для захоплення конструкцій наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Засоби для захоплення конструкцій

№	Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Ескіз	Характеристика		
			вантажопідйомність, т	маса, т	розрахункова висота, м
1	2	3	4	5	6
1	<i>Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей</i> с. 6 [17]		8	0,15	0,5
2	<i>Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів</i> с. 68 [16]		5	0,044	4
3	<i>Стержневий захоплювач колон</i> с. 184 [15]		8	0,135	0,5
4	<i>Строп двогілковий для захоплення траверси</i>		8	0,05	2,5

Засоби для тимчасового закріплення конструкцій призначені забезпечувати стійкість їх у проєктному положенні на період вивіряння та виконання постійного закріплення і технологічного вистоювання бетону у стиках. Без тимчасового

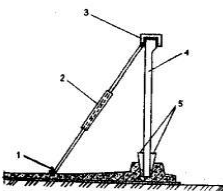
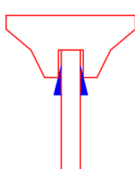
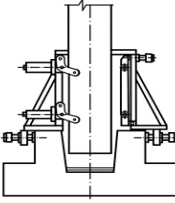
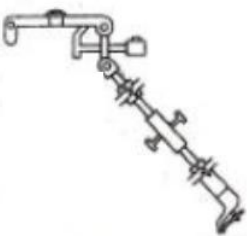
закріплення можна встановлювати тільки статично стійкі конструкції, які не змінюють свого положення під дією тимчасових навантажень.

### 3.4.2. Визначення монтажних характеристик конструкцій.

Монтажні характеристики конструкцій – це монтажна маса, монтажна висота та монтажний виліт. Їх визначають для найбільш невідповідних (найважчої, найвищої, найбільш віддаленої або важкодоступної) для монтажу конструкцій кожного елементарного потоку.

Таблиця 3.8

#### Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

№ п/п	Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки	Принципова схема засобу	Висота над нижньою конструкцією, м	Маса, т
1	2	3	4	5
1	Підкос із струбиною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей с. 6 [17]		-	0,05
2	Сталеві клини для тимчасового затримання балок		-	0,005
3	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивірювання с. 73 [16]		0,72	0,282
4	В'язі для кутових лотків		1,4	0,08

### 3.4.3. Технічний вибір монтажних кранів

Провіряють можливість монтажу стінової панелі. Для цього визначають технічні характеристики крана на монтажному вильоті, які повинні бути рівні або більші (на 10 % у навчальному проєкті) від монтажних характеристик стінової панелі  $Q_{кр} \geq Q_m$  і  $H_{кр} \geq H_m$ . Якщо параметри крана не задовольняють вказаних умов, підбирають кран з іншими характеристиками.

*Виконання монтажних робіт прийнято за схемою III (ширина аеротенка 33 м). Схему руху кранів дном котловану наведено на рис. 3.3.*

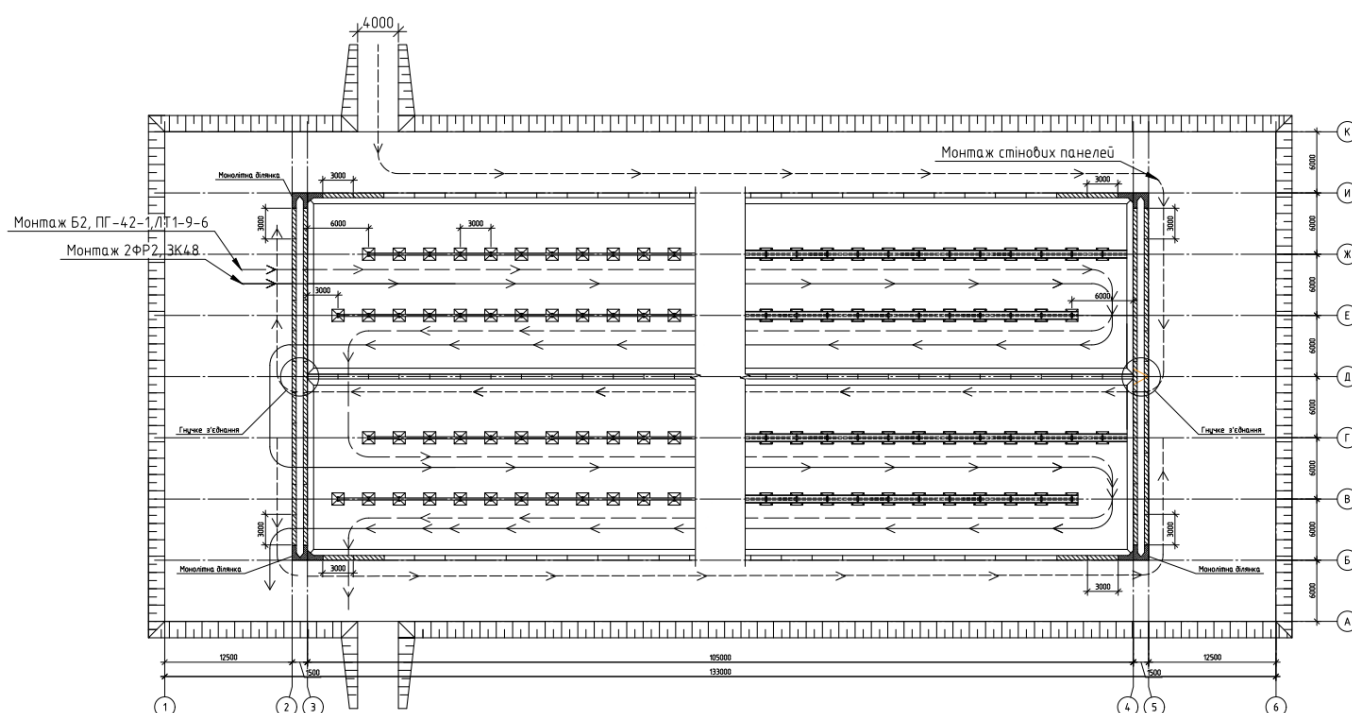
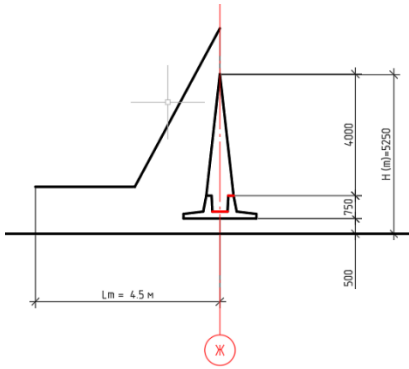


Рис. 3.3. Схема проходок монтажних кранів.

Монтажні характеристики визначено для найважчих, найвищих та найдаальших від крана конструкцій у кожному елементарному потоці.

Визначення монтажних характеристик елементів.

ФУНДАМЕНТНІ БЛОКИ - планується здійснювати монтаж при розташуванні крана крана на дні котловану на мінімальному вильоті стріли.

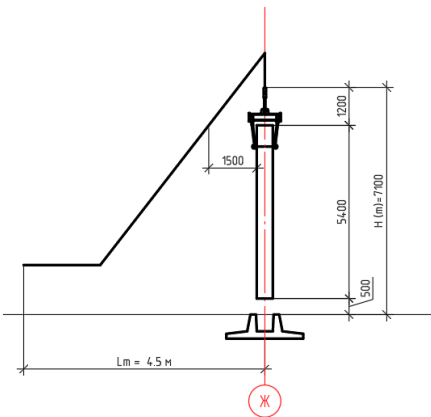


$$Q_m = 4.18 + 0.044 = 4.32 \text{ т;}$$

$$H_m = 0.5 + 0.75 + 4.0 = 5.25 \text{ м;}$$

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

КОЛОНИ – планується монтаж здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана.

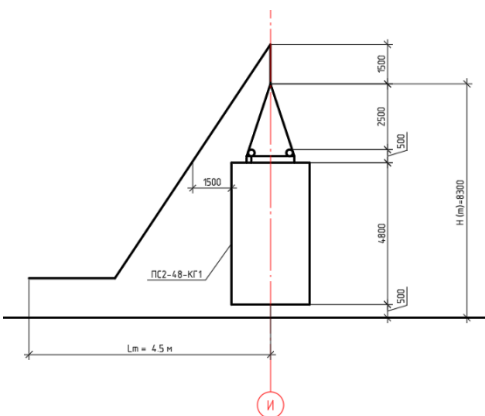


$$Q_m = 1.7 + 0.135 = 1.835 \text{ т;}$$

$$H_m = 0.5 + 4.8 + 1.2 = 6.5 \text{ м;}$$

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

СТІНОВІ ПАНЕЛІ - монтаж планується здійснювати вздовж зовнішніх осей будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.

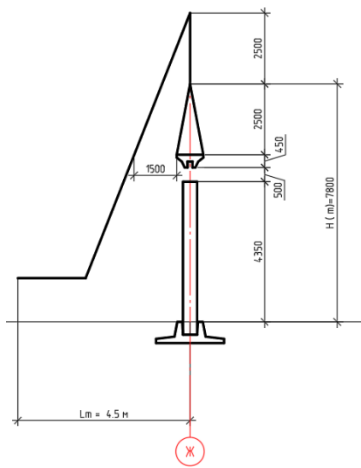


$$Q_m = 6.7 + 0.15 + 0.05 = 6.9 \text{ т;}$$

$$H_m = 0.5 + 4.8 + 0.5 + 2.5 = 8.3 \text{ м;}$$

$$L_m = 4.5 \text{ м} = \text{min.}$$

БАЛКИ - монтаж планується здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана

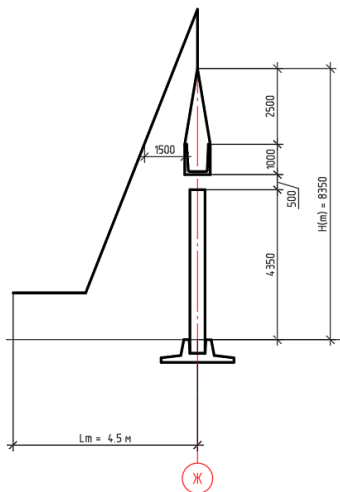


$$Q_m = 0,27 + 0,05 = 0,32 \text{ т};$$

$$H_m = 4,35 + 0,5 + 0,45 + 2,5 = 7,8 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Лотки - монтаж планується здійснювати вздовж прольоту на мінімальному вильоті стріли крана

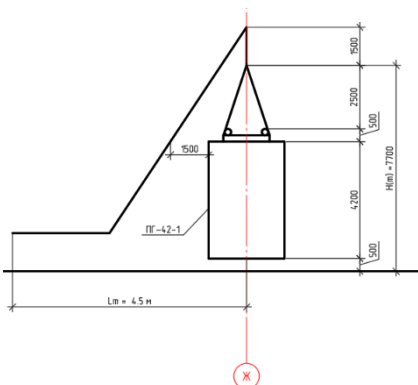


$$Q_m = 3,7 + 0,05 = 3,75 \text{ т};$$

$$H_m = 4,35 + 0,5 + 1,0 + 2,5 = 8,35 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Перегородки - монтаж планується здійснювати між колонами будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.



$$Q_m = 4,38 + 0,15 + 0,05 = 5,03 \text{ т};$$

$$H_m = 0,5 + 4,2 + 0,5 + 2,5 = 7,7 \text{ м};$$

$$L_m = 4,5 \text{ м} = \text{min.}$$

Вибір будівельних кранів за технічними характеристиками

Підібрані монтажні крани, які задовольняють вимогам монтажних характеристик конструкцій в елементарних потоках

№ поз.	Назва конструкції в елементарних монтажних потоках	Монтажні характеристики конструкцій			Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками
		Qm, т	Hm, м	Lm, м	
1	2	3	4	5	6
1	Фундаментні блоки	4,32	5,25	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
3	Колони	1,835	6,5	4,5	
4	Стінові панелі	6,9	8,3	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
5	Балки	0,32	7,8	4,5	Гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м механічний привід
6	Лотки	3,75	8,35	4,5	
7	Стінові перегородки	5,03	7,70	4,5	

### 3.5.Складання калькуляції трудових витрат

#### 3.5.1. Аналіз вихідних даних.

Калькуляцію (вирахування) трудових витрат виконуємо у табличній формі (табл. 10).

У графі 1, 2 вносять номер та назву процесів у технологічній послідовності за формулюванням згідно з ЕНиР. У графі 3 виписується одиниця вимірювання, на яку у нормах наведено норму часу. У графі 4 наводять об'єм робіт у одиницях вимірювання.

#### 3.5.2. Визначення трудомісткості за нормою.

У графі 7 вносять нормативні витрати праці на об'єми робіт, які дорівнюють добутку норми часу на об'єм робіт та відповідні коефіцієнти до норм часу. Дані граф 8 і 9 беруть із ЕНиР. В кінці калькуляції у графі 7 проставляють підсумок.

Приклад калькуляції трудових витрат розроблено на одну ділянку і наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Калькуляція трудових витрат

№ пор.	Найменування процесів	Об'єм робіт		Обґрунтування за ГН, ЕНиР	Норма часу люд.-год. маш.-год.	Трудоємність люд.-год. маш.-год	Склад ланки	
		Одиниця виміру	Кількість одиниць				Професія /розряд/	К-ть
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Установка панелей стін аеротенка площею	1 шт	73,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б	1,50	109,50	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
	4,8 x 2,98 = 14,304 м <sup>2</sup>				0,37	27,01	Машиніст 6 р.	1
2	Зварювання випусків арматури панелей стін	10 м	31,54	Е §22-1-4, п. 4а	7,10	223,91	Зварювальник 5 р.	1
	57 x 0,432 = 24,624 м				-	-		1
3	Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням	1 м <sup>3</sup>	6,53	Е §4-1-51, п. 1	5,80	37,85	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,03x2,98x57=6,71 м <sup>3</sup>				-	-		-
4	Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,50	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	98,11	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
	0,048x57=2,736 м <sup>3</sup>				-	-		-
5	Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін аеротенка	1 т	1,46	Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г	24,00	34,99	Арматурник 6р., 2 р.	1 1
	-				-	-		-

6	Влаштування опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м <sup>2</sup>	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а	1,10	114,14	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
7	Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін аеротенка до 5 м <sup>3</sup>	1 м <sup>3</sup>	6,80	Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д	1,20	8,16	Бетонник 4р., 2 р.	1 1
					-	-	-	-
8	Розбирання опалубки монолітних ділянок стін аеротенка	1 м <sup>2</sup>	103,76	Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б	0,35	36,32	Тесляр 5р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
9	Установка фундаментів масою до 5т	1 шт	68,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,00	136,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,67	45,56	Машиніст 6 р.	1
10	Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів	1 шт	68,00	Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б	2,40	163,20	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,24	16,32	Машиніст 6 р.	1
11	Замонолічування колон у стаканах фундаментів	1 стик	68,00	Е §4-1-25, табл. 1, п. 1	0,81	55,08	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
12	Установка перегородок секцій аеротенка 4,6x2,98=13,71 м <sup>2</sup>	1 шт	68,00	Е §4-1-8, табл. 2, п. 18 а, б	1,00	68,00	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 1 1
					0,25	17,00	Машиніст 6 р.	1
13	Закладання швів дна паза днища перегородки бетонною сумішшю з ущільненням 0,03x2,98x160=14,3 м <sup>3</sup>	1 м <sup>3</sup>	6,08	Е §4-1-51, п. 1	5,80	35,26	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-

14	Заливання швів перегородок бетонною сумішшю механізованим способом	100 м	3,26	Е §4-1-26, п. 2а	28,00	91,39	Монтажник 4р., 3 р.	1 1
					-	-	-	-
15	Установка балок масою до 1т	1шт	68,00	Е§4-1 4, табл. 2, п. 2а	1,1	74,80	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,22	14,96	Машиніст 6 р.	1
16	Елетрозварювання балки з колоною	10 м	4,22	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	28,67	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
17	Елетрозварювання балки з перегородкою	10 м	1,70	Е §22-1-3, п. 1г	6,8	11,56	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		
18	Установка лотків масою до 5т	1шт	34,00	Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б	2,7	91,80	Монтажник 5р., 4р 3р 2р	1 1 2 1
					0,54	18,36	Машиніст 6 р.	1
19	Елетрозварювання лотка з балкою	10 м	6,80	Е §22-1-4, п. 4а	7,1	48,28	Зварювальник 5 р.	1
					-	-		

### 3.6.Складання таблиці технологічних розрахунків і побудова графіка

#### виконання робіт

#### 3.6.1. Аналіз вихідних даних.

За калькуляцією трудових витрат складають таблицю технологічних розрахунків (табл. 11). У графі “Найменування процесів” об’єднують, посилаючись на пункти калькуляції, в один процес прості процеси, які можуть виконати робітники основної спеціальності зі спеціалізацією суміжних процесів. У графу 5 вписують нормативну трудомісткість з калькуляції в людино-змінах і машино-змінах (для чого дані калькуляції ділять на 8 (тривалість зміни у годинах)). Графи 7 і 8 склад ланки формують згідно ЕНиР. Кваліфікаційний склад робітників визначають згідно з

рекомендаціями ЕНиР з врахуванням того, що робітник вищого розряду може виконувати роботу робітника нижчого розряду.

**3.6.2. Визначення тривалості процесу.** Визначення прийнятої трудомісткості. Щоб одержати тривалість робіт, нормативну трудомісткість у людино-змінах ділять на число робітників. Одержану частку зводять до цілого числа, яке множать на число робітників і одержують прийняту трудомісткість, значення якої має бути менше за нормативну трудомісткість.

**3.6.3. Побудова графіка виконання робіт.** Графік виконання робіт будують за результатами технологічних розрахунків в лінійній формі (табл. 3.12).

Графік виконання робіт вказує на обсяги робіт, затрати праці, потреби робітників та машин, послідовність виконання процесів, загальну тривалість процесів.

## Технологічні розрахунки монтажу аеротенка (на 1 діляницю)

№	Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції	Об'єм робіт		Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.		Прийнятий склад ланок та бригади		Тривалість робіт, змін	Виконання норм, %
		Одиниця вимірювання	Кількість одиниць	за нормою	прийнята	Професія /розряд/	К-ть		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Установка панелей стін аеротенка площею (п. 1)	1 шт	73,00	73 :8 = 13,69 3,38	14 3,5	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1	13:4= 3,5 3,3:1= 3,5	97,77 96,46
2	Зварювання випусків арматури панелей стін (п. 2)	10 м	31,54	27,99 -	28 -	Зварювальник 5 р.	7	28:7= 4	99,96
3	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)	1 м <sup>3</sup> 100 м	6,53 3,50	17,00 -	18	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	18:4= 4,5	94,42
4		1 т	1,46	24,20	24	Арматурник бр., 2 р.,	2	24:6= 4,0	100,84

	Бетонування монолітних ділянок стін аеротенка (п. 5-8)	1 м <sup>2</sup> 1 м <sup>3</sup> 1 м <sup>2</sup>	103,76 6,80 103,76	- - -	- - -	Тесляр 5р., 3 р., Бетонник 4р.,2 р.,	2 2		
5	Установка фундаментів, колон, замонолічування колон у стаканах фундаментів (п. 9-11)	1 шт 1 шт 1 стик	68,00 68,00 68,00	44,29 7,74	45 9	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 2 1 1	45:5= 9 9:1=	98,41 85,94
6	Установка перегородок стін (п 12)	1 шт	68,00	68:8 17:8 = 8,50 2,13	8 2	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р. Машиніст 6 р.	1 1 1 1 1	8:4= 2 2:1= 2	106,25 106,25
7	Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 13-14)	1 м <sup>3</sup> 100 м	6,08 3,26	15,83 -	16 -	Монтажник 4р., 3 р.	2 2	16:4= 4	98,95
8	Установка балок та лотків (п.16,19)	1 шт 1 шт	68,00 34,00	20,83 4,17	20 4	Монтажник 5р., 4 р., 3 р., 2 р.	1 1 2 1	20:5= 4 4:1= 4	104,13 104,13



Суцільною лінією позначено ведучі процеси – монтаж конструкцій РЧВ, а штрих-пунктирною - другорядні з монтажем

#### **3.6.4. Визначення техніко-економічних показників.**

Вихідними даними для визначення техніко-економічних показників є таблиця технологічних розрахунків і графік виконання робіт.

Загальний об'єм монтажних робіт беруть за підсумком табл. 2.

Тривалість виконання робіт беруть за графіком виконання робіт.

Нормативну і прийняту трудомісткість, а також нормативну і прийняту машиномісткість, беруть за сумою таблиці технологічних розрахунків табл. 3.11.

Виробіток у м<sup>3</sup> на 1 маш.-зм. та виробіток у м<sup>3</sup> на 1 люд.-зм. слід вирахувати поділом загального обсягу монтажу залізобетонних конструкцій на трудомісткість роботи монтажних кранів та на затрати праці робітників.

Техніко-економічні показники визначено наступним чином: обсяг монтажу залізобетонних конструкцій (табл.3.2) 1061.83 м<sup>3</sup>; тривалість будівництва (табл. 3.12) 26 змін; трудомісткість роботи монтажних кранів (табл. 11) 18.5\*2=37 маш.-змін;

затрати праці робітників (табл. 3.11) 185\*2=370 люд.-змін; виробіток у м<sup>3</sup> на 1 маш.-зм.  $1061.83/37=28.69$  м<sup>3</sup>/маш.-зм.; виробіток у м<sup>3</sup> на 1 люд.-зм.  $1061.83/370 = 2.86$  м<sup>3</sup>/люд.-зм.

#### **3.7.Визначення потреби в матеріально-технічних ресурсах**

Потребу в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях перераховують на комплексну бригаду за ДБН Г.1-5-96 Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем. Дані розміщують у вигляді таблиць (табл. 3.13, 3.14).

Таблиця 3.13

*Потреба в будівельних конструкціях, деталях, напівфабрикатах,  
матеріалах і устаткуванні*

<i>№ пор.</i>	<i>Будівельні конструкції, деталі, напівфабрикати, матеріали та устаткування</i>	<i>Марка</i>	<i>Одиниця вимірювання</i>	<i>Кількість</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Стінова панель	ПС2-48-КГ1	шт.	68
2	Стінова панель	ПС2-48-КГ1У	шт.	44
3	Стінова панель	ПС2-48-КВ1	шт.	35
4	Фундамент під колони	2ФР2	шт.	136
5	Колона	3КР48	шт.	136
6	Панель перегородка	ПГ42-01	шт.	136
7	Лоток	ЛГ1-9-6	шт.	68
8	Балка	Б2	шт	136
9	Бетон	С 10/15	м <sup>3</sup>	78,2
10	Розчинна суміш	М 100	м <sup>3</sup>	3,67
11	Вироби монтажні	-	т	0,215
12	Пісок	-	м <sup>3</sup>	13,77
13	Бруски 75 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	0,61
14	Дошки 25 – 32 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	11,5
15	Дошки 40 мм	IV сорт	м <sup>3</sup>	3,7
16	Гвіздки 100 мм	-	кг	16,83
17	Електроди	Е-42	кг	23,4
18	Дріт 4 мм	Вр-І	кг	3,6
19	Бетон для монолітних ділянок	С 15/20	м <sup>3</sup>	20,45
20	Арматура діаметром 6 мм	A240С	кг	18,04
21	Арматура діаметром 8 мм	A400С	кг	278,2
22	Арматура діаметром 14 мм	A400С	кг	157

Таблиця 3.13(продовження)

23	Арматура діаметром 16 мм	A400C	кг	1738,9
24	Гвіздки 120 мм	-	кг	30,3
25	Тісто вапняне	-	кг	120,2

Таблиця 3.14

## Потреба в машинах, устаткуванні, інструменті, інвентарі і пристроях

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
<i>I. Машина та пристрої</i>				
1	Кран гусеничний	ДЕК-251 стріла 14м	шт.	3
2	Бортовий автомобіль	ЗиЛ-433440	шт.	1
3	Тягач з напівпричепом-панелевозом	КамАЗ-5410 ПП-1307А	шт.	1
4	Автобетоновоз СБ-113 на базі ЗиЛ-13Д	СБ-113	шт.	1
5	Неповоротний бункер місткістю 0,5 м <sup>3</sup>	БНВ-0,5	шт.	1
6	Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей	-	шт.	1
7	Строп чотирьохгілковий для захоплення фундаментів	4СК-5,0-4000	шт.	1
8	Стержневий захоплювач колон	-	шт.	1
9	Сталеві клини для тимчасового затримання балок	КС2-5	шт.	64
10	Строп двогілковий для захоплення траверси	2СК-8,0-2500	шт.	1
11	Строп чотирьохгілковий для захоплення плит покриття	4СК-5,0-5000	шт.	1
12	Підкос зі трубиною	-	шт.	64
13	Металеві клини	-	шт.	192
14	Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивіряння	-	шт.	12

табл. 3.14(продовження)

№ пор.	Машина, устаткування, інструмент, інвентар і пристрої	Марка	Одиниця вимірювання	Кількість
<i>II. Ручний будівельний інструмент</i>				
15	Вібратор глибинний	ІВ-113	шт.	2
16	Лопата для розчину	ЛР	шт.	10
17	Зубило слюсарне 20х60°	ЗС	шт.	1
18	Скребок	-	шт.	2
19	Розшивка стальна	РВ-1	шт.	1
		РВ-2	шт.	1
20	Лом монтажний	ЛМ-20	шт.	2
		ЛМ-24	шт.	3
21	Киянка кругла	КК	шт.	1
22	Сокира будівельна	А-2	шт.	1
23	Маяк причальний	-	шт.	3
24	Каска пластмасова	-	шт.	10
25	Пояс запобіжний	-	шт.	9
26	Відро	-	шт.	4
<i>III. Засоби вимірювання і контролю</i>				
27	Висок будівельний 600 г	ОС-600	шт.	4
28	Рейка з виском	-	шт.	4
29	Рулетка	РЗ-20	шт.	3
30	Метр складний металевий	МС	шт.	9
31	Кутник дерев'яний	УД	шт.	4
32	Правило	-	шт.	4
33	Рівень будівельний	УС-300	шт.	3
<i>IV. Інвентар</i>				
34	Ящик для розчину металевий	-	шт.	2
35	Клиновий вкладиш	-	шт.	18
36	Риштування монтажні	-	шт.	4
37	Драбина монтажна	-	шт.	4
38	Підкіс із струбциною	-	шт.	10

табл. 3.14(продовження)

39	<i>Щити опалубки PERI</i>	<i>PERI</i>	<i>шт.</i>	<i>8</i>
	<i>1200x3300 мм</i>			<i>4</i>
	<i>600x3300 мм</i>			<i>6</i>
	<i>300x3300 мм</i>			<i>8</i>
	<i>1200x1200 мм</i>			<i>4</i>
	<i>600x1200 мм</i>			<i>6</i>
	<i>300x1200 мм</i>			

### 3.8.Вказівки з розроблення операційного контролю якості робіт, до виконання робіт, заходи з охорони праці

#### 3.8.1. Операційний контроль якості робіт.

План операційного контролю якості розробляють згідно з положеннями ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва» у вигляді таблиці, в якій поділяють підконтрольні операції між майстром і виконавцем, наводять склад операцій, способи контролю, терміни і, за необхідності, залучені служби.

Таблиця 3.15

#### Схема операційного контролю якості робіт

<i>Операції, які підлягають контролю</i>		<i>Контроль якості виконання операцій</i>			
<i>виконавцем</i>	<i>майстром</i>	<i>склад</i>	<i>спосіб</i>	<i>строки</i>	<i>залучені служби</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
-	<i>Монтаж панелей аеротенка</i>	<i>Відповідність послідовності монтажу розробленій ТК. Точність установки панелей аеротенка. Контроль якості зароблення стиків</i>	<i>Візуально, рулеткою</i>	<i>В процесі монтажу</i>	-

Таблиця 3.15(продовження)

Монтаж панелей аеротенка	-	Правильність і надійність строювання. Вертикальність встановлених панелей. Надійність тимчасового кріплення. Правильність прив'язки панелей аеротенка в плані	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	-
-	Монтаж фундаментів	Суміщення осей фундаменту відносно осей. Відхилення відміток вирівнюючого шару під блоки і опорні поверхні дна стаканів від проектних. Щільність примикання підшови фундаменту до поверхні основи.	Візуально, рулеткою	В процесі монтажу	Геодезична служба

### 3.8.2. Вказівки до виконання робіт.

1. Для суміщення монтажних процесів споруду розбиваємо на 2 монтажні ділянки, кожна з яких відповідає одній секції аеротенка
2. Виконувати монтажні роботи слід за схемою ІІІ, коли монтажний кран і транспортні засоби рухаються днищем котловану. Монтаж конструкцій вести з транспортних засобів, які рухаються назустріч монтажу.
3. Для досягнення потоковості робіт спеціалізований потік будівництва розділено на елементарні монтажні потоки:
  - монтаж стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-251 ,стріла 14м);
  - монтаж фундаментів під колони, колон,перегородок, лотків (ДЕК-251 ,стріла 14м);
4. Монтаж стінових панелей дозволяється виконувати, коли бетон днища матиме міцність 70% проектної. Монтаж стінових панелей слід починати з монтажу маячних панелей за допомогою балансуєчої траверси вантажопідймальністю 8 т. Правильність положення панелі звіряють по рисках, які нанесені на верхній грані

фундаменту днища, а в поперечному напрямку – по маячним стіновим панелям. Вивіряють стінові панелі рейками. Тимчасово закріплюють панель двома підкосами зі струбцинами та шістьма металевими клинами.

5. Для закладання швів дна паза днища, панелей стін і замонолічування колон у стаканах фундаментів слід застосовувати бетонну суміш С10/15. Для електрозварювання стиків (закладних деталей) слід використовувати ручну електрозварку і електроди Є-42.

***Розділ 4.***  
***Охорона навколишнього середовища***

**Консультант** / \_\_\_\_\_ /

**Здобувачка** / \_\_\_\_\_ /

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b>	Лист
							105
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Охорона навколишнього середовища є важливою частиною будь-яких проєктів, пов'язаних з будівництвом і розвитком інфраструктури. Особливо це стосується проєктування систем водовідведення. Такі системи мають забезпечити не лише зручність для людей, але й безпеку для природи. Якщо не дбати про очищення стічних вод, це може призвести до серйозного забруднення водойм, ґрунтів і підземних вод.

Під час проєктування водовідведення у Львівській області потрібно враховувати екологічні особливості регіону. Ця область має багато річок, лісів, заповідних територій, тому будь-яке втручання в природне середовище повинне бути добре продумане. Система водовідведення має запобігати потраплянню забруднених вод у довкілля. Для цього використовують очисні споруди, які затримують шкідливі речовини — хімікати, мікроби, важкі метали та інші домішки.

Очищення стічних вод є обов'язковою умовою перед їхнім скиданням у водойми. У даній роботі запроектовано біологічне очищення стічних вод. Існують різні види очисних систем: механічні, біологічні, хімічні. Однак у сучасних проєктах часто поєднують кілька методів для досягнення найкращого результату. Це дозволяє зробити воду безпечною для природи та людей.

Важливо також передбачити можливість повторного використання очищених вод. Наприклад, їх можна застосовувати для поливу зелених насаджень, миття техніки або у виробничих процесах. Такий підхід дає змогу зменшити навантаження на природні джерела та є ефективним з точки зору економії ресурсів.

Окрім цього, важливо створити систему постійного моніторингу. Така система контролює якість стічних вод, стан очисних споруд і допомагає вчасно виявляти проблеми. Це дозволяє швидко реагувати у випадку аварій або перевищення рівня забруднень.

Для збереження природи також важливо обмежити будівництво та діяльність у зонах, де розташовані джерела водопостачання. Там забороняється зливання хімічних речовин, використання добрив, випас худоби, купання тощо. Такі

обмеження допомагають уникнути забруднення води, яку використовують для пиття та побутових потреб.

У підсумку можна сказати, що ефективне проектування систем водовідведення повинне включати не лише інженерні рішення, а й чітко визначені екологічні заходи. Це необхідно для збереження чистоти природних водойм, захисту здоров'я населення і підтримки природного балансу в регіоні.

***Розділ 5.***  
***Визначення собівартості 1 м<sup>3</sup> води***

**Консультант** / \_\_\_\_\_ /

**Здобувачка** / \_\_\_\_\_ /

						<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</b>	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата		108

Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу

Чисельність робітників всіх професій основного і допоміжного виробництва водопроводу розраховується під час формування штатів і планування фонду заробітної плати підприємства.

Для розрахунку складається штатний розпис.

Вихідними матеріалами для розрахунку чисельності робітників є дані про продуктивність водопроводу і нормативи чисельності.

Розрахунок чисельності робітників слід виконати у вигляді таблиці.

Розрахунок чисельності ІТП і службовців по водопроводу

Чисельність працівників визначається в залежності від обсягу виробництва, від загальної кількості робітників всіх підрозділів, від розміру підприємств. Дані заносяться до таблиці 5.2.

Таблиця 5.1

## Розрахунок чисельності робітників основного і допоміжного виробництва водопроводу

№	Вид споруд	Професія	Розряд	Обсяг виробництва/продуктивність споруд, протяжність мереж		Нормативна чисельність робітників, чол/добу	Основа
				Одиниця	Кількість одиниць		
1	Насосна станція каналізації	Машиніст насосних установок	2	м3/год	17 000	4	Дод. 2.6
	Каналізаційна мережа, включаючи колектори	Слюсар аварійно-відновлювальних робіт	4	км	18	4	Дод. 2.7
2	Очисні споруди						
	Піскоуловлювачі	Оператор на піскоуловлювачі	2	м3/год	119 000	3	Дод 2.8
	Первинні та вторинні відстійники, контактні резервуари	Оператор на відстійниках	3	м3/год	119 000	7	Дод 2.8
	Метантенки	Оператор на метантенках	3	м3/год	119 000	4	Дод 2.8
	Аеротенки	Оператор на аеротенках	3	м3/год	119 000	4	Дод 2.8
	Мулові і піскові плозадки	Оператор на мулових площадках	1	м3/год	119 000	4	Дод 2.8
	Установка по зневодненню осаду	Оператор на установках по зневодненню осаду	3	м3/год	119 000	4	Дод 2.8
	Установки по сушінню осаду	Оператор на барабанних обертально-сушильних плечах	3	м3/год	119 000	4	Дод 2.8

Таблиця 5.1 (продовження)

5	Допоміжні служби	Газоелектрозварщик	3	мЗ/год	32 000	2	Дод 2.10
		Електромонтер по ремонту устаткування	4	мЗ/год	119 000	4	Дод 2.10
		Електромонтер по обслуговуванню устаткування	4	мЗ/год	119 000	5	Дод 2.10
		Слюсар КВПіО	3	мЗ/год	119 000	2	Дод 2.10
		Лаборанти хіміко-бактеріологічної лабораторії	3	мЗ/год	119 000	2	Дод 2.10
Всього робітників						53	чол
МОП						5	чол
<b>Всього працюючих по підприємствах:</b>						<b>58</b>	<b>Чол</b>

Таблиця 5.2

## Розрахунок нормативної чисельності ІТП і службовців

№	Функції управління	Структурний підрозділ	Перелік посад з виконанням відповідних функцій	Нормативна чисельність, чол
1	Загальне керівництво основним виробництвом і кадрами	Управління, відділ кадрів	Начальник управління	1
			Головний інженер	1
			Інженер по кадрам	1
2	Оперативне керівництво спорудами каналізації	Очисні споруди каналізації	Начальник очисних споруд	1

Таблиця 5.2(продовження)

3	Оперативне керівництво мережами каналізації	Каналізаційні мережі	Начальник ділянки каналізаційних мереж	1
			Інженери техніки	3
				2
4	Розвиток і технічна підготовка виробництва, охорона праці і техніки безпеки	Виробничий відділ праці	Начальник відділу	1
			Інженери	1
			Інженери по охороні праці і техніці безпеки	1
5	Технічний контроль якості продукції	Хіміко-бактеріологічна лабораторія	Начальник лабораторії	1
			Інженери	3
			лаборанти	4
6	Ремонт і технічне обслуговування енергетичного та іншого обладнання, будівель, споруд, мереж, КППіА	Допоміжні цехи/ділянки	Інженери усіх спеціальностей	4
7	Техніко-економічне планування організації праці і заробітної плати, НОТ	Планово-економічний відділ	Начальник відділу	1
			Економісти	3
8	Бухгалтерський облік і Нб фінансова діяльність, організація взаєморозрахунків з споживачами, водозбут	Бухгалтерія	Головний бухгалтер	1
			Бухгалтери	4
9	Господарчі функції/матеріально-технічне постачання, діловодство, господарське обслуговування	Відділ матеріально-технічного постачання	Начальник відділу	1
			Техніки	2
			Комірники	2

## Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП, службовців

Фонд заробітної плати розраховується за чисельністю персоналу, робочих розрядів, тарифних ставок. Дані заносяться до таблицьки 5.3.

Таблиця 5.3

### Розрахунок фонду заробітної плати робітників, ІТП і службовців

№	Посада	Кількість	Встановлений місячний оклад	Річний фонд заробітної плати, грн	Премія, %	Річна сума премії, грн	Загальний річний фонд заробітної плати
1	Начальник управління	1	29 000	348 000	15%	52 200	400 200
2	Головний інженер	1	25 000	300 000	20%	60 000	360 000
3	Інженер по кадрам	1	13 000	156 000	25%	39 000	195 000
4	Начальник очисної станції	1	22 000	264 000	20%	52 800	316 800
5	Начальник ділянки каналізаційних мережі	1	22 000	264 000	20%	52 800	316 800
6	Начальник відділу	3	16 000	576 000	20%	115 200	691 200
7	Начальник лабораторії	1	16 000	192 000	20%	38 400	230 400
8	Головний бухгалтер	1	16 000	192 000	30%	57 600	249 500
9	Бухгалтери	4	13 000	624 000	30%	187 200	811 200
10	Економісти	3	12 000	432 000	25%	108 000	540 000
11	Лаборанти	4	8 500	408 000	20%	81 600	489 600
12	Інженери всіх спеціальностей	12	13 000	1 872 000	30%	561 600	2 433 600
13	Техніки	4	8 500	408 000	30%	122 400	530 400
14	Комірник	2	8 500	204 000	30%	61 200	265 200
15	Робітник 1 розряду	4	10 000	480 000	25%	120 000	600 000
16	Робітник 2 розряду	7	10 500	882 000	25%	220 500	1 102 500
17	Робітник 3 розряду	29	11 000	3 828 000	25%	957 000	4 785 000
18	Робітник 4 розряду	13	11 500	1 794 000	25%	448 500	2 242 500
20	МОП	5	8 500	510 000	30%	153 000	663 000
<b>Всього робітників:</b>		<b>97</b>					<b>17 222 900</b>

## Розрахунок потреб електроенергії

### Розрахунок витрат електроенергії каналізаційною насосною станцією

Були прийняті насоси компанії Grundfos серії NB 150-315.2/342. Два робочих, один резервних і один протипожежний.

Проте споживання електроенергії, на відмінну від насосів I підйому, змінюється впродовж доби в залежності від режиму роботи.

Витрати електроенергії розраховують погодинно.

Дані заносимо до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

### Визначення добової потужності насосної станції II підйому

Години роботи	$Q_i$ , м3/год	Кількість працюючих насосів $n$ , шт	Витрата одного насоса $Q_N$ , м3/ГОД	Потужність насоса за характеристикою $N$ , кВт	$N * n$ , кВт
0-1	581,20	1	581,20	60	60
1-2	540,95	1	540,95	55	55
2-3	526,02	1	526,02	55	55
3-4	529,01	1	529,01	55	55
4-5	609,69	1	609,69	60	60
5-6	684,41	1	684,41	70	70
6-7	780,09	1	780,09	80	80
7-8	745,68	1	745,68	80	80
8-9	1402,59	2	701,295	75	150
9-10	1361,46	2	680,73	70	140
10-11	1322,57	2	661,285	70	140
11-12	1340,56	2	670,28	70	140
12-13	1322,75	2	661,375	70	140
13-14	1316,78	2	658,39	70	140
14-15	1301,74	2	650,87	70	140
15-16	1292,71	2	646,355	70	140
16-17	911,91	1	911,91	95	95
17-18	874,95	1	874,95	90	90
18-19	863,01	1	863,01	90	90
19-20	806,17	1	806,17	85	85
20-21	776,28	1	776,28	80	80
21-22	704,52	1	704,52	80	80
22-23	635,77	1	635,77	70	70
23-24	685,16	1	685,16	70	70

$$\sum (N * n) \quad 2\ 305$$

Річна витрата активної електроенергії, що сплачується:

$$E^{HC-II} = \frac{\sum(N * n) * 365}{\eta_{дв}} * K_5$$

$$E^{HC-II} = \frac{2\,305 * 365}{0.91} * 1.05 = 970\,760 \text{ кВт-г}$$

Визначення вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії насосних станцій:

$$V_{ел} = Ц * (E^{HC-I} + E^{HC-II})$$

де Ц – тариф оплати за 1 кВт-год електроенергії та її розподіл, = 8,5 грн/кВт-год з ПДВ (сайт YASNO, 1 клас напруги)

$$V_{ел} = 8,5 * (970\,760) = 8\,251\,460 \text{ грн}$$

Розрахунок потреб реагентів

Річна потреба реагентів:

$$P_p = D_{сер} * Q_p$$

Дані заносяться до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

### Розрахунок потреб і вартості реагентів для очищення природних вод

№	Реагенти	Одиниця	Доза реагенту	Обсяг забору води з міста тис м3/рік	Витрата реагенту, т	Вартість 1 т реагенту, грн	Загальна вартість реагенту, грн
1	Активний хлор	т/год	0,0323	6 205	200,42 т	≈ 50 000	10 021 000
<b>Всього</b>							<b>10 021 000</b>

Рахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація – економічний процес поступової втрати основними фондами своєї вартості та перенесення її на створювану продукцію або виконану роботу.

Дані заносимо до таблиці 5.6.

Норма амортизації на реновацію, або повне відновлення основних засобів, залежить від строку їхнього використання:

$$H = \frac{B - Л}{B \times T} * 100\%$$

де В – вартість основних фондів

Л – ліквідаційна вартість

T – строк корисного використання

Річна сума амортизації:

$$A = \frac{B}{T}$$

Таблиця 5.6

### Розрахунок амортизаційних відрахувань

№	Основні фонди	Вартість основних фондів В, грн	Строк корисного використання Т, років	Сума амортизаційних відрахувань А, тис грн
1	Будинок каналізаційної НС, заглиблений сумішений з приймальним резервуаром, тис грн	12 961	15	864,07
2	Колектори залізобетонні напірні, 2 шт, км/вартість за 1 км, тис грн	18/412,9	15	495,48
3	Будинок гратдобрарок, з устаткуванням, тис грн	2 225	15	148,33
4	Піскоуловлювачі залізобетонні, тис грн	109	15	7,27
5	Первинні відстійники, залізобетонні радіальні, тис грн	1 835,2	15	122,35
6	Біофільтри (аерофільтри) залізобетонні, тис грн	4 978	15	331,87
7	Вторинні відстійники залізобетонні, тис грн	1 009,4	15	67,29
8	Метантенки залізобетонні, тис грн	952	15	63,47
9	Мулові площадки з природною основою. Тис грн	183,5	15	12,23
10	Труби керамічні, вартість 1 км 117 тис грн	18	10	210,6

**Всього: 2 322,96 тис грн**

## Розрахунок собівартості води

Зводимо кошторис витрат за рік до таблиці 7 для того, щоб підрахувати собівартість спуску 1 м<sup>3</sup> води (або очищення стоків).

*Таблиця 5.7*

### Кошторис витрати на подачу води

Стаття витрат	Кількість	Примітка
Заробітна плата робітників, ІПІ, службовців	17 222 900 грн	
Нарахування на заробітну плату (ЄСВ) в розмірі 22%	3 789 040 грн	
<b>Всього:</b>	<b>21 011 940 грн</b>	
Електроенергія	8 251 460 грн	
Реагенти	10 021 000 грн	
Амортизація	2 322 960 грн	
<b>Всього:</b>	<b>20 595 420 грн</b>	
Інші витрати	3 328 590 грн	(8% від загальних витрат)
<b>Всього витрат:</b>	<b>44 935 950 грн</b>	

Тоді собівартість продукції водопроводу:

$$C = \frac{Z}{Q}$$

де Z – загальні експлуатаційні витрати, = 44 935,95 тис грн/рік

Q – річний спуск води (каналізація та очищення стічних вод), = 6 205 тис м<sup>3</sup>/рік

$$C = \frac{37\,400,854}{6\,205} = 7,24 \text{ грн/м}^3$$

## **Висновки**

У даній роботі було виконано комплексне проектування системи водовідведення населеного пункту, що знаходиться у Львівській області.

На основі розрахунків населення та побутового водоспоживання було визначено обсяг стічних вод, який необхідно відводити щодоби.

Запроектовано зовнішню систему каналізаційних трубопроводів з урахуванням рельєфу місцевості, глибини промерзання ґрунтів та інших технічних вимог.

Виконано розробку очисних споруд біологічного очищення, що відповідає санітарним нормам.

Передбачене встановлення насосної станції, для перекачки стічних вод.

Визначено схему розміщення сантехнічних приладів у окремому житловому будинку. Підібрано оптимальні діаметри трубопроводів.

Запропоновано основні етапи виконання будівельно-монтажних робіт, враховано правила техніки безпеки та послідовність дій.

Розглянуто заходи для мінімізації забруднення навколишнього середовища та негативного впливу на нього.

## Використана література

1. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харьків, 2012. - 538 с.
2. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. - Київ, 2013. – 96 с. (Чинний від 1 січня 2014 року).
3. Таблицы гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского: учебное пособие/Лукиных А.А., Лукиных Н.А..- М.: Стройиздат, 1974.
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб. ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 Національний стандарт України. «ИМЦ» Мінрегіонбуд України, Київ 2010. (Чинний від 01.08.2010 року).
5. Методичні вказівки і завдання до виконання курсового проєкту «Очисні споруди водовідведення»./Укладач В.П. Хоружий – Київ: КНУБА, 2023, 60 с.
6. Водопостачання та каналізація: навчальний посібник. / Укл.: Кравченко В.С. - К.: Кондор, 2003. - 288с.
7. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навчальний посібник / Укл.: О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін., Київ-Харьків, 2012. - 538 с.
8. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Насосні і повітродувні станції: методичні вказівки до виконання курсового проєкту та контрольної роботи / уклад.: К77 А.М. Кравчук, О.А. Кравчук. – Київ: КНУБА, 2023. – 44 с.
9. ДБН В.2.5 – 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 172 с.
10. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.

- 11.Кравчук А.М., Кравчук О.Я. Водопостачання і каналізація: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 180 с.
- 12.ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
- 13.Технологія будівельного виробництва: підручник / [В. К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М.Г. Ярмоленка]. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл.
- 14.Лубенець В.Г., Зельцер Р.Я., Титок В.В. Будівельні крани: посібник. – К.: КНУБА, 2012. – 204 с.
- 15.ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2016-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 34 с.
- 16.ДБН А.3.2.-2-2009. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 2013-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с.